جمهوری اسلامی ایران
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

مبانی و ضوابط توسعه گلخانه‌ها

مبانی و ضوابط طراحی

نشریه شماره ۴۷۴

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی

وزارت جهاد کشاورزی
موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی

http://tec.mporg.ir

www.agri-peri.ir

۱۳۸۷

بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره :**	۱۰۰/۱۲۴۷۳۳
	تاریخ :	۱۳۸۷/۱۲/۲۸

موضوع :

مبانی و ضوابط توسعه گلخانه‌ها – مبانی و ضوابط طراحی

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷هـ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۷۴ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «**مبانی و ضوابط توسعه گلخانه‌ها – مبانی و ضوابط طراحی**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را به دفتر نظام فنی اجرایی ارسال کنند.

امیرمنصور برقعی

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

581204

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- ***شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.***

۲- ***ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.***

۳- ***در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.***

٤- ***نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.***

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علی‌شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱، دفتر نظام فنی اجرایی

Email: tsb.dta@mporg.ir **web: http://tec.mporg.ir/**

بسمه تعالی

پیشگفتار

رشد سریع اقتصادی و فرهنگی، رشد جمعیت، محدودیت آب و خاک، نیاز جامعه به مواد غذایی، وجود بازارهای بزرگ مصرف و علاقه مندی به تولید محصولات خارج از فصل در سالهای اخیر موجب توسعه کشت محصولات گلخانه‌ای شده است.

از آنجا که افزایش کارآمدی طرح‌ها و پروژه‌های سرمایه‌گذاری با رویکردسیستمی، فرایندی، نتیجه‌گرا و دستیابی به سیستم کنترل کیفی، متناسب با شرایط اقتصادی و اجتماعی و اقلیمی کشور از اهداف قانون برنامه چهارم توسعه است، لذا معاونت نظارت راهبردی ریاست جمهوری حسب وظیفه قانونی وفق ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه وآیین نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی مصوب ۳۰ تیر ماه ۱۳۵۲ هیات وزیران و درچارچوب نظام فنی اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ ت ۳۳۴۹۷ ه مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰هیات محترم وزیران) با پیشنهاد معاونت امور تولیدات گیاهی وزارت جهاد کشاورزی، تدوین ضوابط طراحی و دستورالعمل و مقررات اجرایی گلخانه‌ای کشور را در دستور کار خود قرار داده است.

نشریه حاضر با عنوان مبانی و ضوابط طراحی گلخانه‌ها می‌باشد که در بخش ضوابط انتخاب سیستم های گلخانه‌ای شامل قسمت‌های زیر است:

- ضوابط معماری و کالبدی گلخانه
- معیارهای انتخاب و استاندارد پوشش‌های گلخانه‌ای
- ضوابط طراحی سازه‌های گلخانه‌ای
- تجهیزات داخلی گلخانه
- ساختمان های جانبی

این نشریه همان گونه که از عنوان آن مشخص است، بخشی از مبانی و ضوابط توسعه گلخانه‌ها می‌باشد که قسمت اول آن با عنوان دستورالعمل و مقررات اجرایی گلخانه‌ها با شماره نشریه ۴۷۲ منتشر گردیده است.

هدف از تهیه این نشریه هدایت و بهینه نمودن سرمایه گذاری‌ها، بالا بردن کیفیت اجرایی طرحهای گلخانه‌ای، استفاده بهتر از نیروی انسانی و یکنواخت نمودن رویه اجرایی است.

امید است این نشریه در راستای اهداف فوق و کمک به این بخش از سرمایه گذاری‌های کشور موثر واقع شود.

معاونت نظارت راهبردی از تمامی کارشناسان و نمایندگان دستگاه‌های اجرایی که به نحوی در تهیه و تدوین این مجموعه همکاری داشته اند تشکر و قدرانی می‌کند.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۷

عنوان : مبانی و ضوابط توسعه گلخانه ها ـ مبانی و ضوابط طراحی
نشریه شماره ٤٧٤

تهیه کننده :

مهندسین مشاور رویان

مشاورین علمی :

- دکتر محمد علی حامدی
- مهندس مهدی زرعکانی
- مهندس صادق صادقی
- مهندس محمدرضا شفیعی
- مهندس عباسعلی نژادنیک
- مهندس شهرام کاشانی منصور
- مهندس حسینعلی یحیایی
- مهندس آرش ضیایی
- خانم مهندس مهدخت مختاری

بررسی کنندگان:

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری :

آقای مهندس علیرضا دولتشاهی	معاون دفتر نظام فنی اجرایی، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
آقای مهندس خشایار اسفندیاری	رییس گروه آب، کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست مسئول دفتر نظام فنی اجرایی، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی :

آقای مهندس اسماعیل سعیدنیا	عضو هیات علمی و مدیر اجرایی طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی کشاورزی
آقای مهندس مجتبی پالوچ	عضو هیات علمی و رییس گروه پژوهشی موسسه
آقای مهندس اسماعیل نصراصفهانی	هضو هیات علمی موسسه
آقای مهندس فردین حقانی	کارشناس موسسه

دفتر امور گل و گیاهان زینتی و دارویی ، وزارت جهاد کشاورزی:

آقای مهندس میربهروز غیبی	مدیر کل دفتر امور گل و گیاهان زینتی و دارویی
آقای مهندس سیدحمیدرضا شریعت‌مدار	کارشناس مسئول، دفتر امور گل و گیاهان زینتی و دارویی
خانم مهندس فلورا دولت خواه	کارشناس، دفتر امور گل و گیاهان زینتی و دارویی
خانم مهندس معصومه حبشی	کارشناس، دفتر امور گل و گیاهان زینتی و دارویی

تصویب کنندگان :

آقای مهندس علیرضا دولتشاهی	آقای مهندس میربهروز غیبی
آقای مهندس خشایار اسفندیاری	آقای مهندس اسماعیل سعیدنیا

کنترل فنی :

مهندس رسول جلالی — مهندسین مشاور سرزمین سبز پایدار

عنوان **صفحه**

بخش اول: ضوابط انتخاب سیستم های گلخانه‌ای ۱
۱-۱: ضوابط معماری و کالبدی گلخانه ۳
۱-۱-۱: نوع محصول ۳
۱-۱-۲- طبقه‌بندی محصولات گلخانه‌ای و معیارهای انتخاب سازه و تجهیزات متناسب با نوع محصول ۳
۱-۱-۳-ضوابط اقلیمی ۵
۱-۱-۴: تیپ‌های گلخانه قابل بهره‌برداری ۹
۱-۱-۵: معیارهای انتخاب تیپ گلخانه ۱۵
۱-۲:معیارهای انتخاب و استاندارد پوشش‌های گلخانه‌ای ۱۷
۱-۲-۱: میزان گذر پرتوهای خورشیدی ۱۷
۱-۲-۲: میزان حفظ انرژی ۲۰
۱-۲-۳: تاثیرات متقابل سازه و پوشش ۲۲
۱-۲-۴: استحکام ۲۳
۱-۲-۵: طول عمر ۲۳
۱-۲-۶: قابلیت احتراق ۲۴
۱-۲-۷: معیارهای دیگر ۲۵
۱-۳: ضوابط طراحی سازه‌های گلخانه‌ای ۲۷
۱-۳-۱: بارگذاری ۲۷
۱-۳-۲: آنالیز سازه ۶۹
۱-۳-۳: طراحی سازه ۸۳
۱-۴: تجهیزات داخلی گلخانه ۹۵
۱-۴-۱: تهویه و سرمایش گلخانه و ضوابط مربوط به آن‌ها ۹۵
۱-۴-۲: گرمایش گلخانه و ضوابط مربوط به آن ۱۰۴
۱-۴-۳: محاسبه و طراحی روشنایی تکمیلی ۱۰۸
۱-۴-۴: معیارهای انتخاب و طراحی سیستم آبیاری در گلخانه ۱۱۲
۱-۴-۵: محاسبه حجم آب مورد نیاز گلخانه ۱۱۴
۱-۴-۶: قطره چکان ۱۲۳
۱-۴-۷: طراحی شبکه آبیاری ۱۲۵
۱-۴-۸: سیستم‌های تصفیه آب ۱۲۹
۱-۵: ساختمان های جانبی ۱۳۱

عنوان **صفحه**

جدول (۱-۱): حداکثر ساعات آفتابی ممکن (N) برای ماهها و عرض‌های جغرافیایی متفاوت ۹
جدول(۱-۲): تیپ‌های پیشنهادی گلخانه براساس اقلیم و نوع محصول انتخابی ۱۷
جدول(۱-۳): درصد طیفهای مختلف خورشد در بالا و پایین اتمسفر ۱۸
جدول(۱-۴): درصد گذر نور متوسط روزانه نور مرئی (PAR) در گلخانه ای که رز شاخه بریده در مقیاس تجاری ۲۰
جدول(۱-۵): مقایسه شیشه و پوشش‌های صلب با فیلمهای پلی اتیلنی از جهت ملاحظات شناسایی ۲۳
جدول(۱-۶): مقادیر فشار باد محاسبه شده برای سقف‌های شیب دار سازه گلخانه ۲۹
جدول(۱-۷): مقادیر فشار باد محاسبه شده برای سقف‌های قوسی در سازه گلخانه ۲۹
جدول(۱-۸): مقادیر (Cs) و (Pr) محاسباتی برای سقف‌های با شیب و قوسی ۳۶
جدول(۱-۹): مقادیر نیروی برشی و لنگر خمشی برای تیرهای مربوط به قابهای متفاوت ۸۶
جدول (۱-۱۰): مقادیر تنش اعمال شده برروی تیرهای نمونه و تنش مجاز در سازه فرضی ۸۶
جدول(۱-۱۱): مقادیر نیروی محوری، برشی لنگر خمشی برای ستون‌های نمونه طبقات ۸۹
جدول(۱-۱۲): مقادیر تنش‌های فشاری ، خمشی و برشی طبق آئین نامه در حد مجاز می‌باشد ۸۹
جدول(۱-۱۳): مقادیر نیروی برشی و لنگر خمشی وارده به پی از ستون‌های سازه ۸۹
جدول(۱-۱۴): مقادیر سطح مقطع و نوع آرماتور لازم برای پی‌های بتنی سازه فرضی ۹۰
جدول(۱-۱۵): مقادیر نیروی برشی و کششی میل مهاری‌ها در هرتیپ صفحه ستون ۹۰
جدول(۱-۱۶): فاکتورهای مورد استفاده برای اصلاح سرعت حرکت هوا برای فواصل مختلف تشک تا پنکه ۹۹
جدول(۱-۱۷): فاکتورهای مورد استفاده برای اصلاح سرعت جابجایی هوا در ارتفاعات مختلف بالاتر از سطح دریا ۹۹
جدول(۱-۱۸): فاکتورهای مورد استفاده برای تصحیح سرعت جابجایی هوا برای افزایش دماهای تشک تا پنکه ۹۹
جدول(۱-۱۹): مقادیر h_{as} در گلخانه های مختلف ۱۰۷
جدول(۱-۲۰): ضرایب U پوشش‌های مختلف ۱۰۷
جدول(۱-۲۱): کل انرژی تابشی خورشید در هرماه در ایستگاههای هواشناسی محلی ۱۱۰
جدول(۱-۲۲): فاکتور W برای محاسبه PET ۱۱۱
جدول(۱-۲۳): فاکتور اصلاحی C ۱۱۱
جدول(۱-۲۴): متوسط طول روز برای حداکثر ساعات آفتابی ممکن (N) برای ماهها و عرض‌های جغرافیایی مختلف ۱۱۶
جدول(۱-۲۵): تشعشع خارج از جو برای نیمکره شمالی ۱۱۷
جدول(۱-۲۶): تشعشع خارج از جو برای نیمکره جنوبی ۱۱۹
جدول(۱-۲۷): فاکتور a و b براساس عرض جغرافیایی ۱۲۰
جدول(۱-۲۸): تبخیر و تعرق برحسب میلی‌متر بر روز برای شرایط گوناگون جوی ۱۲۲
جدول(۱-۲۹): فاکتور C برای چند محصول گلخانه‌ای ۱۲۲
جدول(۱-۳۰): مشخصات هیدرولیکی شبکه آبیاری قطره ای ۱۲۸
جدول(۱-۳۱): مشخصات پمپ و نیروی محرکه ۱۲۹
جدول(۱-۳۲): ابعاد ساختمان سردخانه ۱۳۱
جدول(۱-۳۳): مقایسه نیاز آبی سیستم کشت خاکی و هیدرویونیک ۱۳۲
جدول(۱-۳۴): فضاهای مورد نیاز مجتمع گلخانه ای ۱۳۲
جدول(۱-۳۵): ساختمان‌های جانبی مورد نیاز مجتمع براساس استاندارد آمریکا ۱۳۳

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۱): تیپ‌های پیشنهادی گلخانه براساس تیپ ۱ ..... ۱۰
شکل (۱-۲): تیپ‌های پیشنهادی گلخانه براساس تیپ ۲ ..... ۱۱
شکل (۱-۳): تیپ‌های پیشنهادی گلخانه براساس تیپ ۳ ..... ۱۲
شکل (۱-۴): تیپ‌های پیشنهادی گلخانه براساس تیپ ۴ ..... ۱۳
شکل (۱-۵): تیپ‌های پیشنهادی گلخانه براساس تیپ ۵ ..... ۱۵
شکل (۱-۶): جزئیات مربوط به نقاب گلخانه سقف شیبدار ۳۰
شکل (۱-۷): ضریب Cs برای بار برف روی بام‌های مختلف ۳۲
شکل (۱-۸): ضریب اثر تغییر سرعت Ce ۳۳
شکل (۱-۹): ضریب شکل Cq ۳۴
شکل (۱-۱۰): ضریب شکل Cq ۳۵
شکل (۱-۱۱): نحوه اعمال بارهای مرده وارده به قابهای ابتدایی در گلخانه با سقف قوسی ۳۷
شکل (۱-۱۲): نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای ابتدایی در گلخانه با سقف قوسی ۳۹
شکل (۱-۱۳): نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای ابتدایی در گلخانه با سقف قوسی ۴۱
شکل (۱-۱۴): نحوه اعمال بارهای برف وارده به قابهای ابتدایی در گلخانه با سقف قوسی ۴۳
شکل (۱-۱۵): نحوه اعمال بارهای مرده وارده به قابهای میانی در گلخانه با سقف قوسی ۴۵
شکل (۱-۱۶): نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای میانی در گلخانه با سقف قوسی ۴۷
شکل (۱-۱۷): نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای میانی در گلخانه با سقف قوسی ۴۹
شکل (۱-۱۹): نحوه اعمال بارهای مرده وارده به قابهای ابتدایی در سقف‌های شیبدار ۵۳
شکل (۱-۲۰): نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای ابتدایی در سقف‌های شیبدار ۵۵
شکل (۱-۲۱): نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای ابتدایی در سقف‌های شیبدار ۵۷
شکل (۱-۲۲): نحوه اعمال بارهای برف وارده به قابهای ابتدایی در سقف ۵۹
شکل (۱-۲۳): نحوه اعمال بارهای مرده وارده به قابهای میانی در سقف‌های شیبدار ۶۱
شکل (۱-۲۴): نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای میانی در سقف‌های شیبدار ۶۳
شکل (۱-۲۵): نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای میانی در سقف‌های شیبدار ۶۵
شکل (۱-۲۶): نحوه اعمال بارهای برف وارده به قابهای میانی در حالت سقف‌های شیبدار ۶۷
شکل (۱-۲۷): مدل هندسی سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) فاصله دهانه قابها ۳ متر ۶۹
شکل (۱-۲۸): مدل هندسی سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) فاصله دهانه قابها ۴ و ۵ متر ۷۰
شکل (۱-۲۹): مدل هندسی سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) فاصله دهانه قابها ۳ متر ۷۰
شکل (۱-۳۰): مدل هندسی سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) فاصله دهانه قابها ۴ و ۵ متر ۷۱
شکل (۱-۳۱): نحوه توزیع نیروی برشی در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری ۷۲
شکل (۱-۳۲): لنگر خمشی در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری ۷۳
شکل (۱-۳۳): نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری ۷۳
شکل (۱-۳۴): نحوه توزیع نیروی برشی در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) بافاصله قابهای ۴ و ۵ متری ۷۴
شکل (۱-۳۵): لنگر خمشی در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری ۷۴

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۳۶): نحوه تغییر مکان ایجاد شده در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری).....۷۵
شکل (۱-۳۷): نحوه توزیع نیروی برشی در سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) با فاصله قابهای ۳ متری ۷۵
شکل (۱-۳۸): لنگر خمشی در سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) با فاصله قابهای ۳ متری ۷۶
شکل (۱-۳۹): نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ II) با فاصله قابهای ۳ متری ۷۶
شکل (۱-۴۰): نحوه توزیع نیروی برشی در سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متر ۷۷
شکل (۱-۴۱): لنگر خمشی در سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری ۷۷
شکل (۱-۴۲): نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) با فاصله قابهای ۴و ۵متری.....۷۸
شکل (۱-۴۳): نحوه توزیع نیروی برشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متر.....۷۸
شکل (۱-۴۴): نحوه توزیع لنگر خمشی حداقل در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری.....۷۸
شکل (۱-۴۵): نحوه توزیع لنگر خمشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری ۷۹
شکل (۱-۴۶): نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری.....۷۹
شکل (۱-۴۷): نحوه توزیع نیروی برشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری.....۷۹
شکل (۱-۴۸): نحوه توزیع لنگر خمشی حداقل در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری ۷۹
شکل (۱-۴۹): نحوه توزیع لنگر خمشی حدااکثر در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری ۸۰
شکل (۱-۵۰): نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متی.....۸۰
شکل (۱-۵۱): نحوه توزیع نیروی برشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ۳ متری ۸۰
شکل (۱-۵۲): نحوه توزیع لنگر خمشی حداقل در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای۳ متری.....۸۰
شکل (۱-۵۳): نحوه توزیع لنگر خمشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ۳ متری ۸۱
شکل (۱-۵۴): نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در پی سازه گلخانه (تیپII) با فاصله قابهای ۳ متری.....۸۱
شکل (۱-۵۵): نحوه توزیع نیروی برشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری ۸۱
شکل (۱-۵۶): نحوه توزیع لنگر خمشی حداقل در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری.....۸۱
شکل (۱-۵۷): نحوه توزیع لنگر خمشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری.....۸۲
شکل(۱-۵۸): نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری ۸۲
شکل (۱-۵۹): مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه قوسی با فاصله ۳ متری و تیر مورد نظر ۸۴
شکل (۱-۶۰): مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه قوسی با فاصله ۴ و ۵ متری و تیر مورد نظر.....۸۴
شکل (۱-۶۱): مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه شیبدار با فاصله ۳ متری و تیر مورد نظر.....۸۵
شکل (۱-۶۲): مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه شیبدار با فاصله ۴ و ۵ متری و تیر مورد نظر.....۸۵
شکل (۱-۶۳): مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه قوسی با فاصله قابهای ۳ متری و ستون مورد نظر ۸۷
شکل (۱-۶۴): مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه قوسی با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری و ستون مورد نظر.....۸۷
شکل (۱-۶۵): مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه شیبدار با فاصله قابهای ۳ متری و ستون مورد نظر ۸۸
شکل (۱-۶۶): مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه شیبدار با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری و ستون مورد نظر ۸۸
شکل (۱-۶۷): سایه اندازی گلخانه‌ها و تاسیسات (صبح و ظهر فرو.ردین) ۹۱
شکل (۱-۶۸): سایه اندازی گلخانه‌ها و تاسیسات (صبح و ظهر تیر ماه).....۹۲

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۶۹): سایه اندازی گلخانه‌ها و تاسیسات (صبح و ظهر مهر ماه) ۹۳
شکل (۱-۷۰): سایه اندازی گلخانه‌ها و تاسیسات (صبح و ظهر دی ماه) ۹۴
شکل (۱-۷۱): مقدار تهویه مورد نیاز براساس تفاوت دمای داخل و خارج گلخانه و میزان تبخیر و تعرق ۹۵
شکل (۱-۷۲): تبخیر آب از سطح پد در ارتباط با دمای هوا و رطوبت نسبی ۱۰۰
شکل (۱-۷۳): تبخیر آب از سطح پد در ارتباط با دمای هوا و رطوبت نسبی محل ۱۰۱
شکل (۱-۷۴): فشار مثبت ۱۰۱
شکل (۱-۷۵): فشار منفی ۱۰۱
شکل (۱-۷۶): روش نصب عمودی و افقی پد ۱۰۲
شکل (۱-۷۷): اجزاء نمودار سایکرومتریک ۱۰۴
شکل (۱-۷۸): نمایی از طراحی روشنایی تکمیلی در گلخانه‌ها ۱۰۸
شکل (۱-۷۹): دستگاه تزریق کود و سم در سیستم آبیاری قطره‌ای ۱۳۰

بخش اول

ضوابط انتخاب سیستم‌های گلخانه‌ای

۱-۱- ضوابط معماری و کالبدی گلخانه

چنانچه مطالعات لازم برای مکانیابی سیستم گلخانه‌ای به درستی انجام شده باشد و براساس ضوابط عمومی مکانیابی محدوده مورد نظر دارای حداقل شرایط مناسب احداث سیستم گلخانه‌ای باشد، انتخاب سیستم گلخانه‌ای باید با توجه به اهداف تولید، شرایط منطقه و امکانات سرمایه‌گذاری، براساس ضوابط معینی انجام شود. اولین تصمیم در این راستا، انتخاب شکل ظاهری (کالبدی) گلخانه است که براساس ضوابط معماری و ساختمان صورت می‌گیرد.

در این بخش ابتدا، ضوابط کلی انتخاب سیستم گلخانه‌ای بر شمرده خواهد شد و براساس آن تیپ‌های گلخانه‌ای متناسب با شرایط معرفی می‌گردد.

معماری یا ساخت کالبدی گلخانه به چند عامل اصلی بستگی دارد که عبارتند از :

۱-۱-۱- نوع محصول (اهداف تولید)

۱-۱-۲- شرایط اقلیمی (شرایط اقلیمی ویژه منطقه)

۱-۱-۳- شرایط مالی بهره بردار (میزان سرمایه‌گذاری ممکن)

۱-۱-۱- نوع محصول

اگرچه اصولاً هر محصولی را در هرگلخانه‌ای می‌توان تولید کرد، اما محدودیت‌هایی در این امر به وجود خواهند آمد که بهتر است قبل از انتخاب فرم سازه به آنها دقت شود. از جمله این مشکلات تفاوت بارهای وارده بر گلخانه به دلیل نوع محصول است. به‌طور مثال یک گلخانه تولید سبزی‌های داربستی به مراتب بار بیشتری از یک گلخانه تولید گل‌های شاخه بریده یا باغچه‌ای (بدون گلدان‌های آویز) تحمل خواهد کرد.

گلخانه‌ای که حجم قابل توجهی از آن از کف تا سقف توسط محصولات سبزی داربستی اشغال می‌گردد، نیاز به تهویه حجم بیشتری نسبت به یک گلخانه تولید محصولات باغچه‌ای دارد.

۱-۱-۲- طبقه‌بندی محصولات گلخانه‌ای و معیارهای انتخاب سازه و تجهیزات متناسب با نوع محصول

با نگاهی به تنوع محصولات گلخانه‌ای، تهیه یک فرمول ثابت و دقیق به منظور انتخاب نوع سازه و تجهیزات گلخانه‌ای مورد نیاز مستلزم بررسی و مطالعات وسیع‌تری است و عملاً هنگامی که تنوع آب و هوایی ایران نیز در این فرمول وارد گردد، پیچیدگی قضیه بسیار بیشتر خواهد شد.

در این ارتباط باید بر این نکته تاکید نمود که در پروژه‌های تجاری بزرگ تهیه اطلاعات و بررسی و مطالعه همه جانبه و طراحی دقیق سازه و تجهیزات، کاملاً الزامی است. ولی برای آشنایی کلی مخاطبین و روشن نمودن ارتباط نوع محصول با سازه در ماتریس ارایه شده، ذکر این نکته ضروری است که – با عنایت به تنوع محصولات گلخانه‌ای و دامنه‌ی وسیع آنها از لحاظ نیازهای اکوسیستمی بویژه موضوع کنترل عوامل نور، CO_2، رطوبت و دما این گیاهان به گروه‌های زیر قابل تقسیم هستند:

گروه A – سبزی‌های گلخانه‌ای

سبزی‌های گلخانه‌ای، عمدتاً خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل دلمه‌ای (در ایران) که نیازمند گلخانه‌های گرم با نور نسبتاً زیاد و رطوبت ۷۰ تا ۸۰ درصد هستند. این گروه از محصولات عموماً نیازمند گلخانه‌های وسیع ، دارای استقامت زیاد (به‌دلیل تحمیل بار محصول

به سازه) ، مجهز به توری ضد حشرات، سیستم رطوبت‌ساز، سیستم گرمایش کارآمد و گاه نوردهی مصنوعی (در ایران رایج نیست) هستند.

گروه B- موز

موز که نیازمند گلخانه گرم با نور زیاد و رطوبت متوسط می‌باشد. این محصول به گلخانه‌های مرتفع (بالاتر از ۶ متر) با پوشش مناسب، سیستم گرمایش مناسب و رطوبت ساز (و البته سیستم تزریق CO_2) می‌باشد. اگرچه ترجیحاً این محصول در مناطق حاره و مرطوب بیشتر رواج دارد.

گروه C- گیاهان زینتی

گیاهان زینتی که بدلیل تنوع بسیار بالا و نیازهای محیطی بسیار متفاوت، خود به گروه‌های متعددی قابل تقسیم است. در زیر گروه‌های اصلی این محصولات شرح داده شده‌اند.

زیرگروه C1- گل‌های شاخه بریده

گل‌های شاخه بریده که خود به دو گروه سرمادوست و گرمادوست (معتدله) قابل تقسیم هستند. گل‌های شاخه بریده معتدله یا سرمادوست مثل رز، شب بو، میخک، لیلیوم، مارگریت، آلسترو مریا نیازمند گلخانه‌هایی با تهویه عالی، نور نسبتاً بالا، سیستم سرمایش کارآمد (خصوصاً در انواع دائمی مثل رز و آلسترو مریا) ، سیستم تزریق CO_2 و سایه انداز هستند.

گلهای شاخه بریده گرما دوست مثل ارکیده، مریم، استرلتیزیا، ژربرا، گلایل، آنتوریوم، شیپوری که نیازمند گلخانه‌های دارای سیستم گرمایش کارآمد، سیستم رطوبت ساز، سیستم تزریق CO_2 و سایه‌انداز هستند. این محصولات نور کمتری نیاز داشته و گلخانه‌هایی که برای تولید آنها در مناطق سردتر احداث می‌گردد باید مجهز به سیستم پرده‌های حرارتی یا پوشش دو جداره (ترجیحاً دو جداره هوای فشرده) باشد. اگر چه تولید این محصولات در مناطق خیلی سرد منطقی نیست.

زیرگروه C2- گیاهان آپارتمانی گلدار

گیاهان آپارتمانی گلدار به لحاظ نیازهای محیطی به دو گروه تقسیم می‌شوند. در گروه اول گیاهان آپارتمانی گلدار، نیازمند گلخانه معتدل و پر نور هستند و شامل گیاهانی مثل سنترر، سیکلمن، پامچال، آزالیا، بگونیا و کالانکوئه می‌باشند.

گروه دوم گیاهان آپارتمانی گلدار شامل گیاهان برگی گرما دوست بوده و شامل گیاهانی مانند دیفن‌باخیا، کلادیوم، اسپاتی فیلوم، آگلونما، کروتن، فیکوس، بنجامین و مارانتا که نیازمند نور کمتر و رطوبت نسبی بالاتر هستند می‌باشند.

گلخانه‌های این محصولات باید دارای ارتفاع متوسط، تهویه متوسط، سیستم گرمایش کارآمد و رطوبت سازهای مناسب باشند. اصولاً این محصولات در مناطق سرد یا خشک کمتر تولید می شوند و تولید آنها در مناطق نیمه حاره و مرطوب مثل مناطق شمالی ایران توجیه بیشتری دارد.

شاخه دیگری از همین محصولات با نیاز محیطی سردتر (معتدل) شامل- انواع فیکوس، آزالیا، شفلرا، فنیکس، سانسوریا، پاندانوس، لیندا و... هستند که این گروه نیازمند گلخانه‌هایی با ارتفاع متوسط تا بلند، سیستم رطوبت ساز، سیستم تهویه مناسب و قوی و نور متوسط هستند.

گروه C3- گیاهان زینتی فضای سبز

گیاهان زینتی فضای سبز شامل دو شاخه زیر می‌گردند:

۱. درختان و درختچه‌های زینتی و بوته‌های دایمی

۲. گیاهان نشایی

گیاهان شاخه اول به گلخانه‌هایی باهدف سازگاری نیاز دارند که این گلخانه‌ها باید دارای ارتفاع متوسط تا مرتفع، سیستم رطوبت ساز مقطعی، سیستم گرمایش مناسب، سیستم تهویه عالی و نور کامل باشند.

گیاهان نشائی شامل انواع گل‌های فصلی حساس به سرما مثل اطلسی، آلیوم، آهار، کوکب، جعفری، ناز، پریوش و سلوی که بذرهای آنها در اواخر زمستان در خزانه گلخانه‌ای کشت شده و در بهار به خزانه منتقل می‌شوند. گیاهان شاخه ۲ نیازمند گلخانه‌هایی مجهز به سیستم گرمایش کارآمد، سیستم رطوبت ساز مناسب، نوردهی مصنوعی (درگلخانه‌های تولید گیاهچه)، گلخانه‌های بلند و وسیع (اصولاً گیاهچه‌ها به حجم هوای بیشتری در گلخانه نیاز دارند) میزهای کشت مناسب (ترجیحاً متحرک) ، تهویه خوب، سیستم تزریق CO_2 هستند.

گلخانه‌های تکثیر قلمه و ریشه‌دار کردن نیز به دو زیرشاخه معتدله و زیرشاخه گرم و مرطوب تقسیم می‌شوند. گلخانه‌های معتدله برای تهیه و ریشه دار کردن قلمه‌های خشبی و نیمه خشبی بدون برگ (معمولاً گیاهان خزان‌دار) و گلخانه‌های گرم و مرطوب جهت تکثیر گیاهان گرمسیری و برگ‌دار (معمولاً آپارتمانی) استفاده می‌شوند.

۱-۱-۳-ضوابط اقلیمی

اصولاً اکثر محصولاتی که در گلخانه‌ها تولید می‌شوند متعلق به مناطق گرمسیر یا به تعبیر دیگر جزء گونه‌های گرمسیری هستند. این محصولات متوسط ماهیانه دمای ۱۷ تا ۲۷ درجه سانتیگراد را می‌پسندند.

در واقع این محصولات دامنه دمایی زیر را بیشتر ترجیح می‌دهند-

- میانگین حداقل دمای ماهیانه ۱۲ درجه سانتی‌گراد.
- میانگین حداکثر دمای ماهیانه ۳۲ درجه سانتی‌گراد.

این گونه محصولات به دمای صفر درجه و پایین‌تر حساس بوده و در اثر یخبندان نابود می‌شوند. یعنی اگر برای مدت زمان طولانی دمای محیط به صفر درجه سانتی‌گراد تنزل یابد، محصول نابود خواهد شد. به‌طور کلی برای کاهش ریسک سرما توصیه می‌شود که میانگین حداقل دمای منطقه مورد نظر بالاتر از ۷ درجه سانتی گراد باشد.

همچنین اگر چه دمای کمتر از ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتی گراد برای روزهای متوالی خسارت قابل مشاهده‌ای به محصول وارد نمی‌کند اما بسته به نوع محصول موجب کاهش کمیت و کیفیت محصول خواهد شد. به همین ترتیب اگر دما به بالاتر از ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد موجب کاهش کمی و کیفی محصول خواهد گردید.

اکثر محصولات گلخانه‌ای برای انجام اعمال فیزیولوژیک خود نیازمند اختلاف دمای شب و روز در حدود ۵ تا ۷ درجه سانتی گراد هستند به عبارت دیگر متوسط اختلاف دمای روز و شب باید بین ۵ تا ۷ درجه سانتی گراد بوده و حتی الامکان بیش از ۱۵ درجه نباشد.

از سوی دیگر تطابق فتوپریودیک محصولات نیز باید در نظر گرفته شود و در صورت لزوم بطور مصنوعی تنظیم گردد. اکثر این محصولات به آستانه حداقل ۶ ساعت روز نیاز داشته و در طول سه ماه از اواسط مهر تا اواسط دی ماه به یک محدوده تابش ۵۰۰ تا ۵۵۰ ساعته نیاز دارند، که رقمی معادل ۲۰۰ کالری بر سانتی متر مربع در روز می‌باشد.

دامنه رطوبت نسبی مورد نیاز این محصولات ۷۰ تا ۹۰ درصد می‌باشد و بطور کلی اگر دسترسی به آمار و اطلاعات سایر عوامل اقلیمی امکان‌پذیر نباشد می‌توان دمای خاک را به عنوان یک فاکتور مشخص مورد استفاده قرار داد. معمولاً آستانه دمای مورد نیاز خاک را (در عمق ۱۵ سانتی‌متری) ۱۵ درجه سانتی‌گراد در نظر می‌گیرند.

به منظور رعایت ضوابط اقلیمی در انتخاب سیستم گلخانه‌ای، لازم است تحلیلی از شرایط اقلیمی با استفاده از اطلاعات موجود و قابل دسترس از نشریات و مستندات سازمان هواشناسی صورت گیرد.

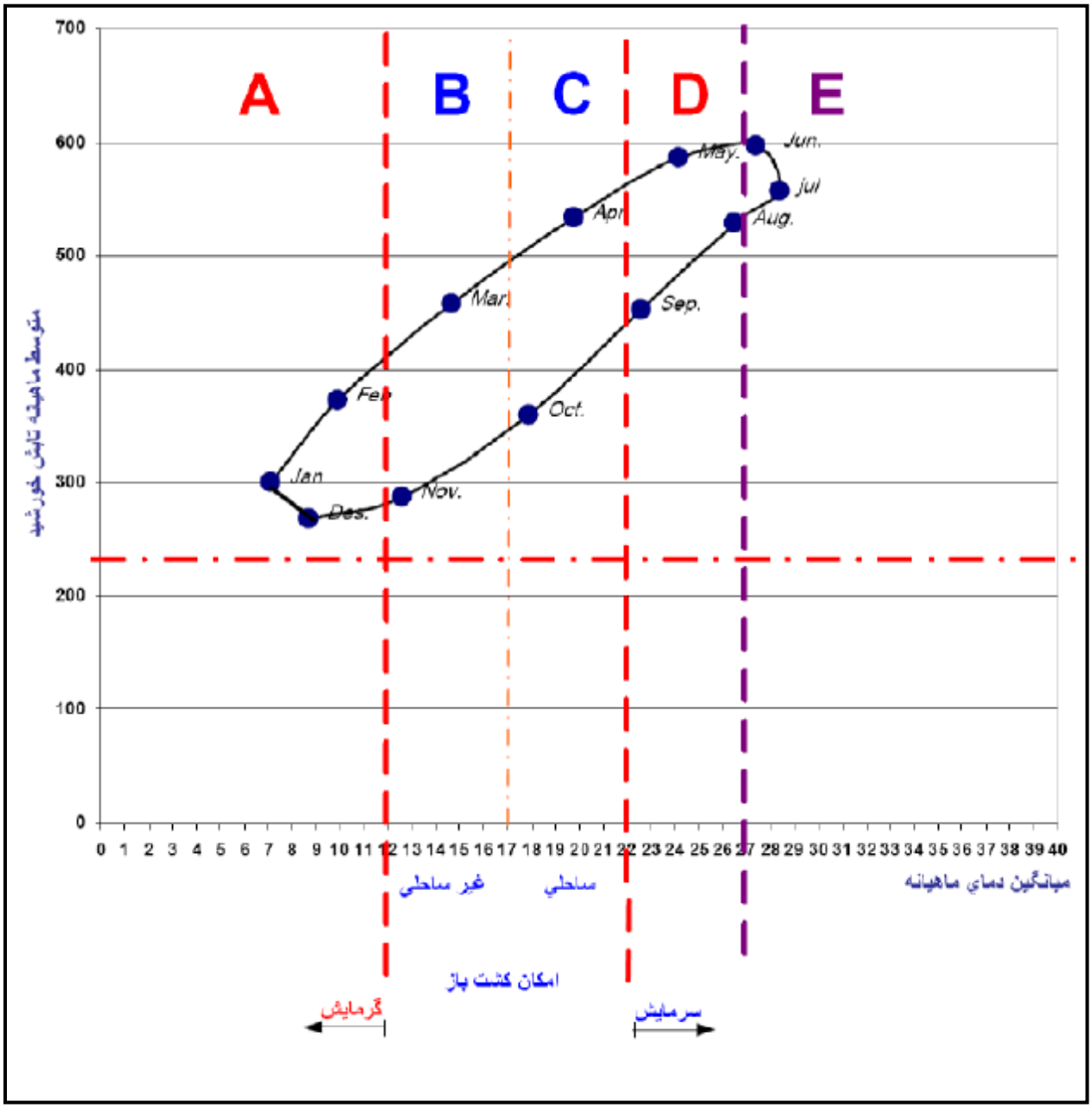
یکی از معتبرترین روشها برای تحلیل اقلیمی، روش معرفی شده توسط FAO (سازمان خواروبار جهانی) است.در این روش با استفاده از الگوی ترسیمی ارائه شده موقعیت هر منطقه از نظر تناسب اقلیمی برای احداث سیستم گلخانه‌ای مشخص شده و تاسیسات و تجهیزات مدیریت سیستم گلخانه‌ای تا حدود زیادی معرفی می‌شود.

(الف)- روش ترسیم نمودار برای بررسی اقلیمی

طبق روش معرفی شده توسط FAO در نشریه ۱۵۴ جهت ترسیم نمودار بررسی اقلیمی جهت کشت محصولات گلخانه‌ای نیاز به اطلاعات دما و تابش روزانه و انجام مراحل زیر می‌باشد:

۱. جمع‌آوری اطلاعات میانگین دمای روزانه (حداقل ۲۰ ساله)
۲. جمع‌آوری اطلاعات میانگین تابش روزانه (حداقل ۱۰ ساله)
۳. محور xها به عنوان محور دما و به صورت ۵ قسمت مساوی جهت تفکیک میزان دما (30-25-20-15-10-5) علامت گذاری می‌شود.
۴. محور yها به عنوان محور تابش خورشید به ۸ قسمت مساوی (8-7-6-5-4-3-2-1-0) علامت گذاری می‌شود.
۵. واحد محور xها درجه سانتی‌گراد و واحد محور yها کالری بر سانتی‌متر مربع در روز $(cal/cm^2.d^{-1})$ یا ولت ساعت بر مترمربع در روز $(wh-m^{-2}.d^{-1})$ خواهند بود.
۶. میانگین‌های دمای ماه ژانویه را در راستای محور yهاادامه داده تا به میانگین تابش همان ماه برخورد نمود و محل تلاقی آنها را به عنوان ماه ژانویه علامت گذاری می‌گردد. ماههای فوریه تا دسامبر نیز به همین ترتیب ترسیم می‌شوند. سپس علامتها را به یکدیگر متصل می‌کنیم. منحنی بسته‌ای ترسیم خواهد شد که بیشتر شبیه بیضی می‌باشد.
۷. روی محور xها دمای $۱۲^{\circ C}$، $۲۲^{\circ C}$ و $۲۵^{\circ C}$ را مشخص کرده و خطوطی به موازات محور yها از این اعداد امتداد می‌دهیم.
۸. تعداد ماههایی که در قسمت اول ($۰^{\circ C}$ تا $۱۲^{\circ C}$) واقع شده‌اند نیازمند سیستم گرمایشی (گلخانه نیاز به گرمایش دارد) ، ماههایی که در قسمت وسط ($۱۲^{\circ C}$ تا $۲۲^{\circ C}$) قرار گیرند فقط نیازمند تهویه طبیعی (معمولی) و ماههایی که در قسمت سوم ($۲۲^{\circ C}$ تا $۲۵^{\circ C}$) درجه سانتی گراد قرار می‌گیرند نیازمند سیستم سرمایشی هستند. (فن و پد یا مه‌پاش)

لذا براساس تعداد ماههایی که در هریک از این سه قسمت واقع می‌شوند، از لحاظ اقلیمی، می‌توان مناسب بودن هزینه گرمایش و سرمایش منطقه را بررسی نمود.



نمودار(۱-۱): بررسی اقلیمی جهت کشت محصولات گلخانه‌ای

(ب)- محاسبه متوسط تابش روزانه

با توجه به اینکه ممکن است اطلاعات مربوط به تابش روزانه، در دسترس نباشد، برای دستیابی به اطلاعات مورد نیاز ترسیم منحنی، می‌توان از روش تبدیل اطلاعات مربوط به ساعات آفتابی موجود در نشریات سازمان هواشناسی به تابش روزانه استفاده کرد.

۱- رابطه ریاضی مورد نیاز

جهت محاسبه متوسط تابش روزانه در سطح زمین می‌توان از رابطه انگستروم استفاده نمود . با استفاده از این رابطه مقدار متوسط تابش روزانه در هر منطقه‌ای که ساعات آفتابی در آن اندازه‌گیری می‌شود قابل محاسبه است.

شکل کلی رابطه بدین صورت است.

$$\frac{Qs}{Q_0} = A + B\frac{n}{N} \qquad (۱)$$

که در آن :

Qs= تابش متوسط روزانه دریافتی از خورشید بر سطح افقی در سطح زمین

Q_0= تابش متوسط روازنه دریافتی از خورشید برسطح افقی در بالای جو

n= طول متوسط تابش حقیقی آفتاب (ساعت)

N= طول حقیقی روز یا طول روز نجومی

B,A= ضرائب خط رگرسیون می‌باشند و به ثابتهای آنگستروم موسوم هستند.

۲- روش محاسبه

با تبدیل رابطه آنگستروم به شکل $Qs = Q_0(A + B\frac{n}{N})$ می‌توان مقدار متوسط تابش روزانه را محاسبه نمود.

- محاسبه Q_0: با استفاده از جدول شماره ۳ پیوست می‌توان در هر عرض جغرافیایی و در ماه‌های مختلف سال مقدار تابش متوسط روزانه دریافتی از خورشید برسطح افقی در بالای جو را استخراج نمود.
- محاسبه n: این پارامتر ایستگاه‌های هواشناسی تحت عنوان ساعات آفتابی اندازه‌گیری می‌شود.
- محاسبه N: برای محاسبه این پارامتراز جدول شماره۲ پیوست استفاده می‌شود که در آن طول روز نجومی در عرض‌های مختلف جغرافیایی و درماه‌ی مختلف سال قابل محاسبه است.
- مقدار A : ضریب A معادله انگستروم در شبکه تابش سنجی ایران بین ۰/۲۱ در یزد تا ۰/۳۹ درکرمانشاه متفاوت می‌باشد و برای مصارف عملی و کاربردی می‌توان مقدار آن را برابر با ۰/۳۰ درنظر گرفت.
- مقدار B : ضریب B معادله آنگستروم در ایران بین ۰/۳۴ در زنجان تا ۰/۶۲ در تبریز متفاوت می‌باشد و برای مصارف عملی و کاربردی می‌توان مقدار آن را برابر با ۰/۴۸در نظر گرفت.

با این ترتیب مقدار Qs برحسب کالری برسانتی‌متر مربع در روز قابل محاسبه خواهد بود.

جدول شماره ۱-۱- حداکثر ساعات آفتابی ممکن (N) برا ی ماهها و عرض های جغرافیایی متفاوت

عرض جغرافیایی (درجه)	ماههای سال ، نیمکره شمالی											
	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
۵۰	۱۳/۴	۱۵/۰	۱۶/۴	۱۶/۲	۱۴/۹	۱۳/۵	۱۱/۱	۹/۵	۸/۲	۸/۱	۹/۹	۱۰/۹
۴۸	۱۳/۲	۱۴/۸	۱۶/۱	۱۵/۹	۱۴/۷	۱۳/۴	۱۱/۱	۹/۷	۸/۴	۸/۳	۱۰/۰	۱۰/۹
۴۶	۱۳/۲	۱۴/۶	۱۵/۸	۱۵/۶	۱۴/۵	۱۳/۴	۱۱/۱	۹/۸	۸/۷	۸/۷	۱۰/۳	۱۱/۰
۴۴	۱۳/۲	۱۴/۴	۱۵/۵	۱۵/۴	۱۴/۳	۱۳/۳	۱۱/۲	۱۰/۰	۸/۹	۸/۹	۱۰/۴	۱۱/۰
۴۲	۱۳/۲	۱۴/۴	۱۵/۳	۱۵/۱	۱۴/۲	۱۳/۳	۱۱/۲	۱۰/۱	۹/۱	۹/۰	۱۰/۵	۱۱/۱
۴۰	۱۳/۱	۱۴/۲	۱۵/۱	۱۴/۹	۱۴/۰	۱۳/۱	۱۱/۳	۱۰/۳	۹/۳	۹/۲	۱۰/۷	۱۱/۱
۳۵	۱۳/۰	۱۳/۹	۱۴/۷	۱۴/۵	۱۳/۷	۱۳/۰	۱۱/۳	۱۰/۵	۹/۷	۹/۷	۱۱/۰	۱۱/۲
۳۰	۱۲/۸	۱۳/۵	۱۴/۲	۱۴/۱	۱۳/۴	۱۲/۹	۱۱/۵	۱۰/۸	۱۰/۱	۱۰/۰	۱۱/۲	۱۱/۳
۲۵	۱۲/۷	۱۳/۲	۱۳/۹	۱۳/۷	۱۳/۱	۱۲/۸	۱۱/۵	۱۱/۰	۱۰/۴	۱۰/۳	۱۱/۵	۱۱/۴
۲۰	۱۲/۷	۱۳/۱	۱۳/۵	۱۳/۴	۱۲/۹	۱۲/۷	۱۱/۶	۱۱/۲	۱۰/۷	۱۰/۶	۱۱/۷	۱۱/۴
۱۵	۱۲/۶	۱۲/۸	۱۳/۲	۱۳/۱	۱۲/۷	۱۲/۶	۱۱/۶	۱۱/۴	۱۱/۰	۱۰/۹	۱۱/۹	۱۱/۵
۱۰	۱۲/۵	۱۲/۶	۱۲/۹	۱۲/۷	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۱/۶	۱۱/۵	۱۱/۳	۱۱/۲	۱۲/۱	۱۱/۵
۵	۱۲/۴	۱۲/۴	۱۲/۶	۱۲/۴	۱۲/۳	۱۲/۴	۱۱/۷	۱۱/۸	۱۱/۶	۱۱/۴	۱۲/۳	۱۱/۶
۰	۱۲/۴	۱۲/۲	۱۲/۴	۱۲/۲	۱۲/۱	۱۲/۴	۱۱/۸	۱۲/۰	۱۱/۸	۱۱/۷	۱۲/۵	۱۱/۷

۱-۱-٤- تیپ های گلخانه قابل بهره برداری

با توجه به سطح تکنولوژی، تجارب موجود کشور و با توجه به تنوع فعالیت و ضوابط اقلیمی پنج تیپ گلخانه معرفی می‌شود. بهره‌برداران می‌توانند، براساس نیاز و شرایط، هریک از تیپ‌های معرفی شده را انتخاب کنند.

طبیعتاً، با توجه به شرایط خاص در منطقه و امکانات مالی و سرمایه‌گذاری، طراحی تیپ ها با اهداف خاص در چارچوب ضوابط، امکان‌پذیر خواهد بود.

معرفی این تیپ‌ها ، جهت راهنمایی بهره برداران صورت گرفته است.

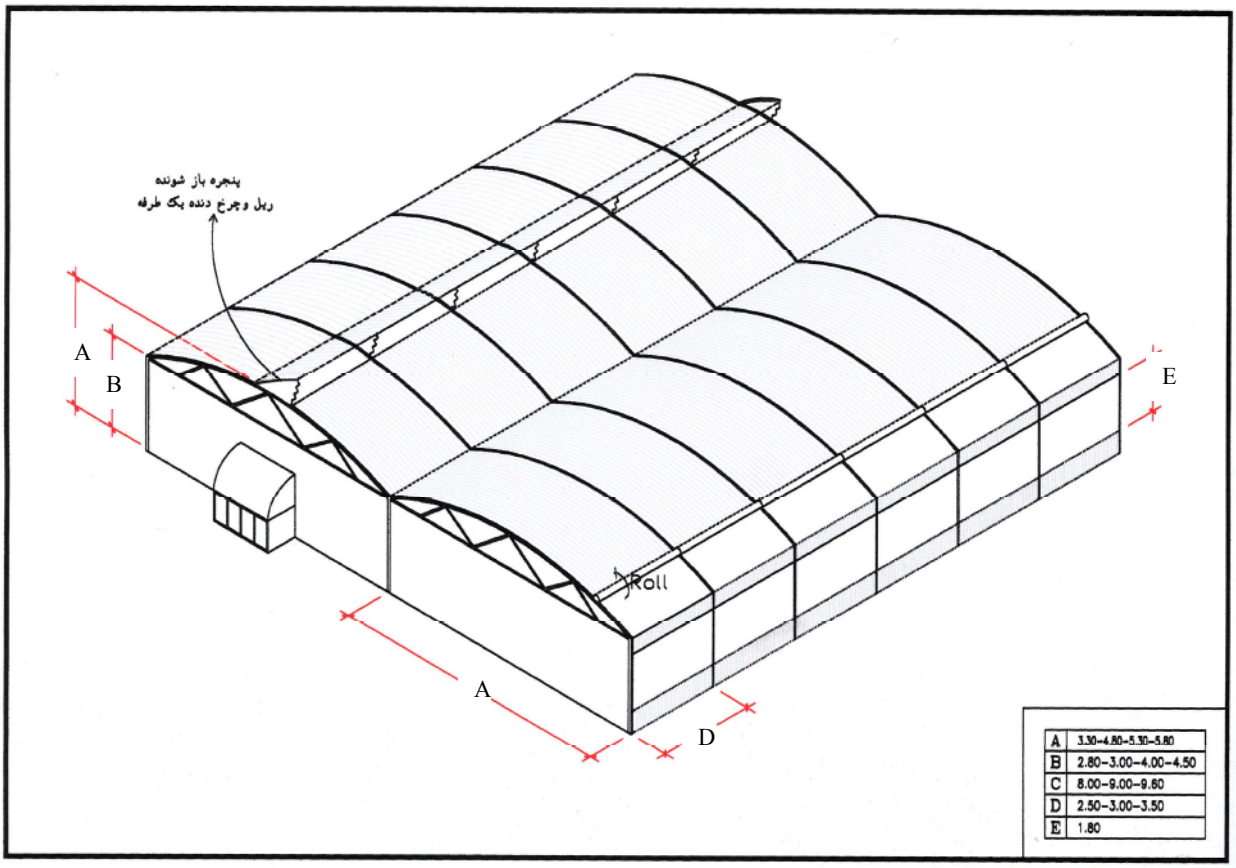
در مرحله اول تیپ‌های گلخانه معرفی و در مرحله دوم با ارایه ماتریس تصمیم سازی، تناسب تیپ با ضوابط اقلیمی و تنوع محصول تبیین می‌گردد.

مشخصات تیپ ۱

- مشخصات سازه – سازه تونلی با اسکلت فولادی پورتابل – لوله‌های فولادی سقفی و رول آپ کناری
- مشخصات پنجره‌ها – رول آپ یا یک طرفه سقفی و رول آپ کناری
- دارای پرده محافظ گرما
- دارای سیستم سایه‌بان

تعاریف A ، B ، C ، D و E

- A– ارتفاع از کف تا نقطه عطف قوس سقف که در کاربری‌های[1] مختلف می‌تواند اندازه‌های ۵۸۰ ، ۵۳۰، ۴۸۰ و ۳۳۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- B– ارتفاع تا زیر ناودان که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۴۵۰، ۴۰۰، ۳۰۰ و ۲۸۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- C– عرض دهنه که در کاربرهای مختلف می‌تواند اندازه های ۹۶۰ ، ۹۰۰ و ۸۰۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- D– فاصله ستونها که در کابریهای مختلف می تواند اندازه های ۲۵۰ ، ۳۰۰ و ۳۵۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- E– ارتفاع پنجره جانبی : ۱۸۰ سانتی متر.



شکل ۱-۱ تیپ های پیشنهادی گلخانه براساس تیپ ۱

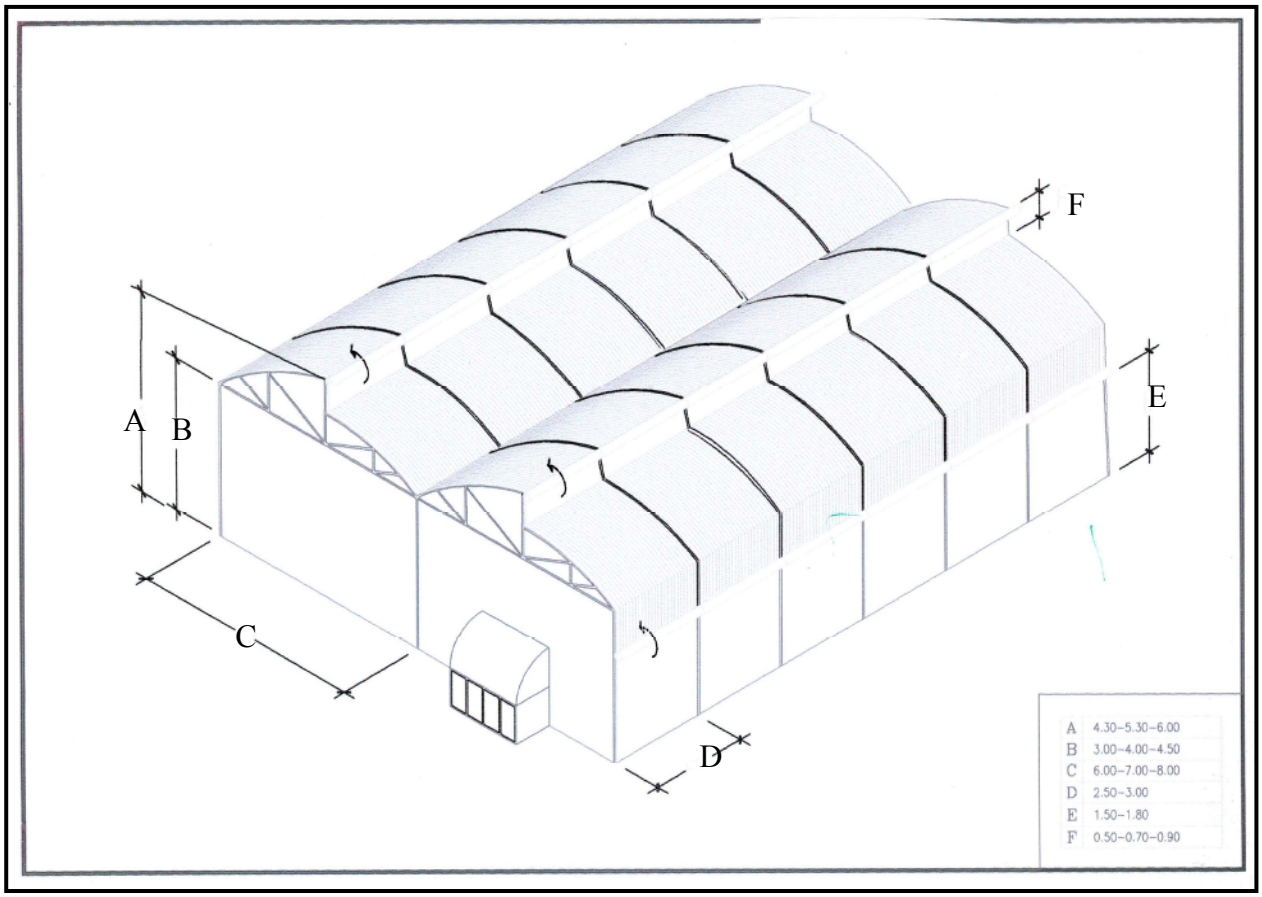
[1] براساس شرایط آب و هوائی ، نوع محصول ، تجهیزات قابل دسترس، دائمی یا غیر دائمی بودن محصول، میزان توانائی سرمایه‌گذار ، توجیه اقتصادی در شرایط مشخص ، دسترسی به مصالح اولیه ، متغیر خواهد بود.

مشخصات تیپ ۲

- مشخصات سازه- سازه تونلی با سقف دندانه اره‌ای، اسکلت از لوله‌های فولادی، پورتابل، ارتفاع و تهویه مناسب جهت مناطق مرطوب
- مشخصات پنجره‌ها- رول آپ ایستاده (دندانه‌ای) و یکطرفه با تهویه بالا در سقف و پنجره رول آپ در کناره‌ها
- دارای پرده‌های محافظ گرما
- دارای سایه‌بان

تعاریف A ، B ، C ، D ، E و F

- A- ارتفاع از کف تا نقطه عطف قوس سقف که در کاربری‌های[1] مختلف می تواند اندازه‌های ۶۰۰ ، ۵۳۰ و ۴۳۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- B- ارتفاع تا سقف که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۴۵۰، ۴۰۰ و۳۰۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- C- عرض دهنه که در کاربرهای مختلف می‌تواند اندازه های ۸۰۰، ۷۰۰ و ۶۰۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- D- فاصله ستونها که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۳۰۰ و ۲۵۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- E- ارتفاع پنجره جانبی که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه های ۱۸۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر داشته باشد
- F- ارتفاع دندانه‌های سقف (پنجره عمودی سقفی) که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۹۰، ۷۰ و ۵۰ سانتی‌متر داشته باشد.



شکل ۱-۲ تیپ های پیشنهادی گلخانه بر اساس تیپ ۲

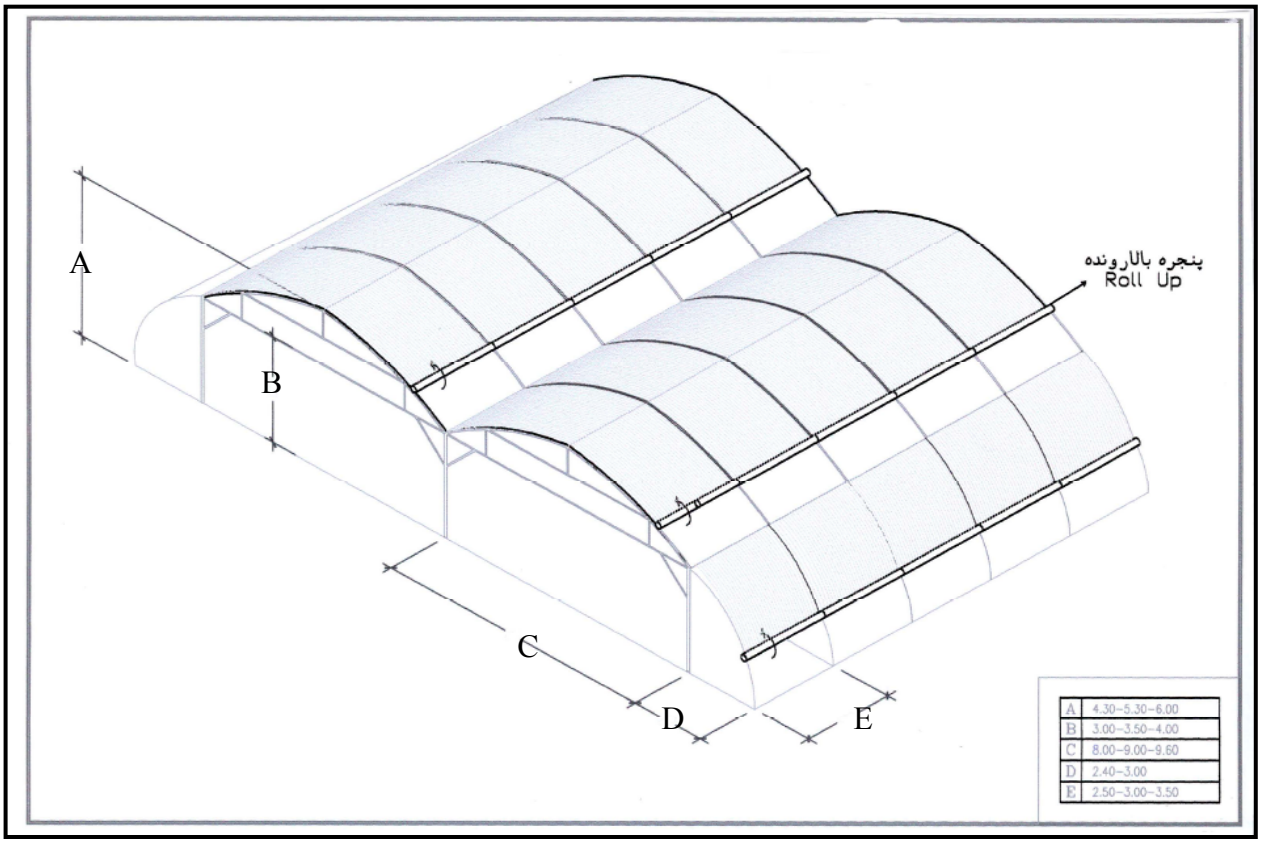
[1] براساس نوع محصول و باد متغیر خواهد بود.

مشخصات تیپ ۳

- مشخصات سازه- فرم آرگ، لوله‌های فولادی، پورتابل، دارای بادشکن‌های کناری، تهویه مناسب و مطلوب برای مناطق بادخیز
- مشخصات پنجره‌ها- رول آپ با تهویه کافی
- دارای پرده‌های محافظ گرما
- دارای سایه‌بان

تعاریف A ، B ، C ، D و E

- A- ارتفاع از کف تا نقطه عطف قوس سقف که در کاربری‌های[1] مختلف می‌تواند اندازه‌های ۶۰۰ ، ۵۳۰ و ۴۳۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- B- ارتفاع تا زیر ناودان که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۴۰۰ و ۳۵۰ و ۳۰۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- C- عرض دهنه که در کاربرهای مختلف می‌تواند اندازه‌های ۹۶۰ ، ۹۰۰ و ۸۰۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- D- عرض بادشکن کناری که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۳۰۰ و ۲۴۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- E- فاصله ستونها که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۳۵۰ ، ۳۰۰ و ۲۵۰ سانتی‌متر داشته باشد.



شکل ۱-۳ تیپ های پیشنهادی گلخانه براساس تیپ ۳

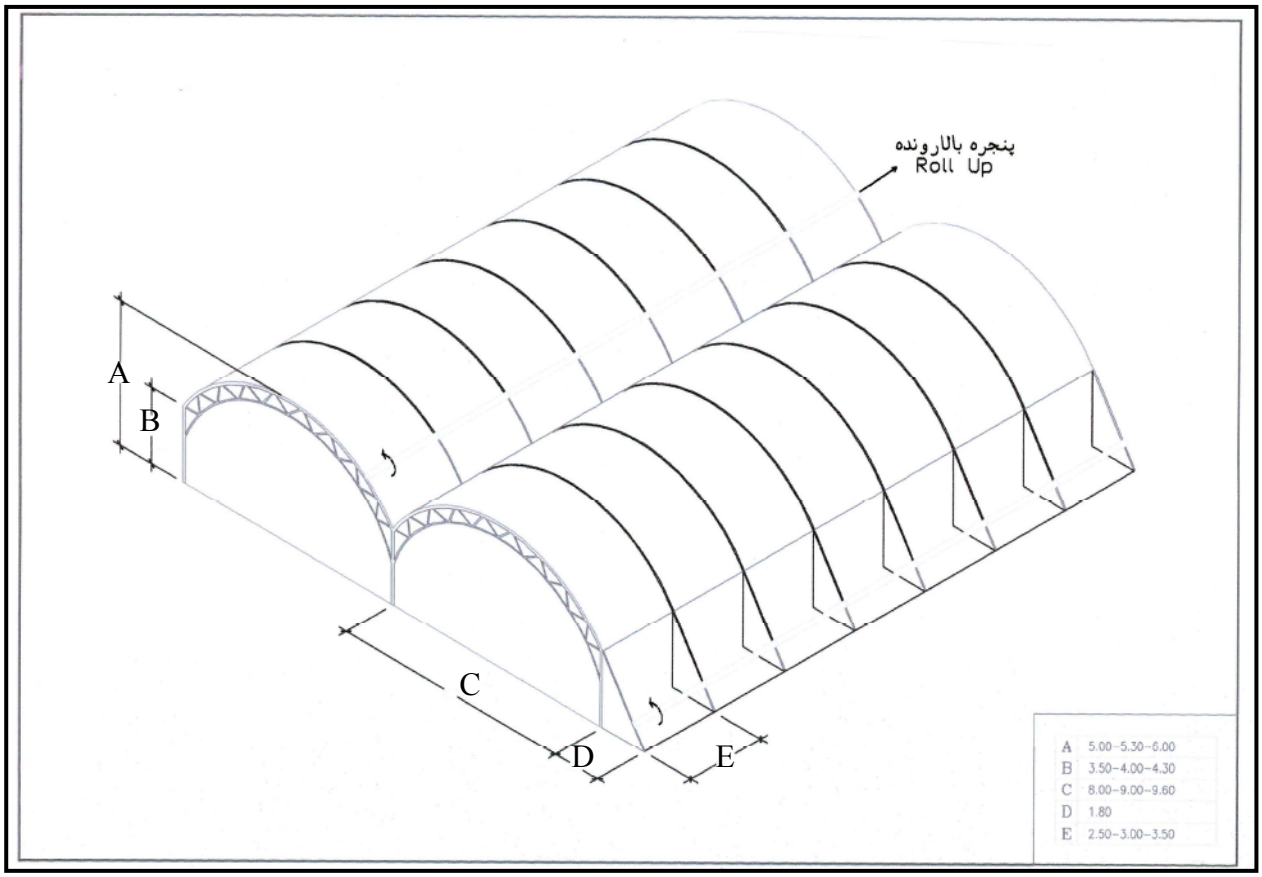
[1] براساس نوع محصول و باد متغیر خواهد بود..

مشخصات تیپ ٤

- مشخصات سازه- خرپای تونلی پیش ساخته، پروفیل و لوله‌های فولادی، دارای بادشکن‌های کناری مناسب جهت مناطق برف خیز
- مشخصات پنجره- رول آپ ناودانی (داخل ناودان بسته می‌شود) با تهویه کافی درسقف و پنجره‌های کناری رول آپ
- دارای پرده‌های محافظ گرما

تعاریف A ، B ، C ، D و E

- A- ارتفاع از کف تا نقطه عطف قوس سقف که در کاربری‌های [1]مختلف می‌تواند اندازه‌های ۶۰۰ ، ۵۳۰ و ۵۰۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- B- ارتفاع تا زیرناودان که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۴۳۰ ، ۴۰۰ و ۳۵۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- C- عرض دهنه که در کاربرهای مختلف می‌تواند اندازه های ۹۶۰ ، ۹۰۰ و ۸۰۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- D- عرضه بادشکن۱۸۰ سانتی‌متر.
- E- فاصله دو ستونها که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۳۵۰ ، ۳۰۰ و ۲۵۰ سانتی‌متر داشته باشد.



شکل ۱-٤ تیپ‌های پیشنهادی گلخانه براساس تیپ ٤

[1] براساس نوع محصول و باد متغیر خواهد بود..

مشخصات تیپ ۵

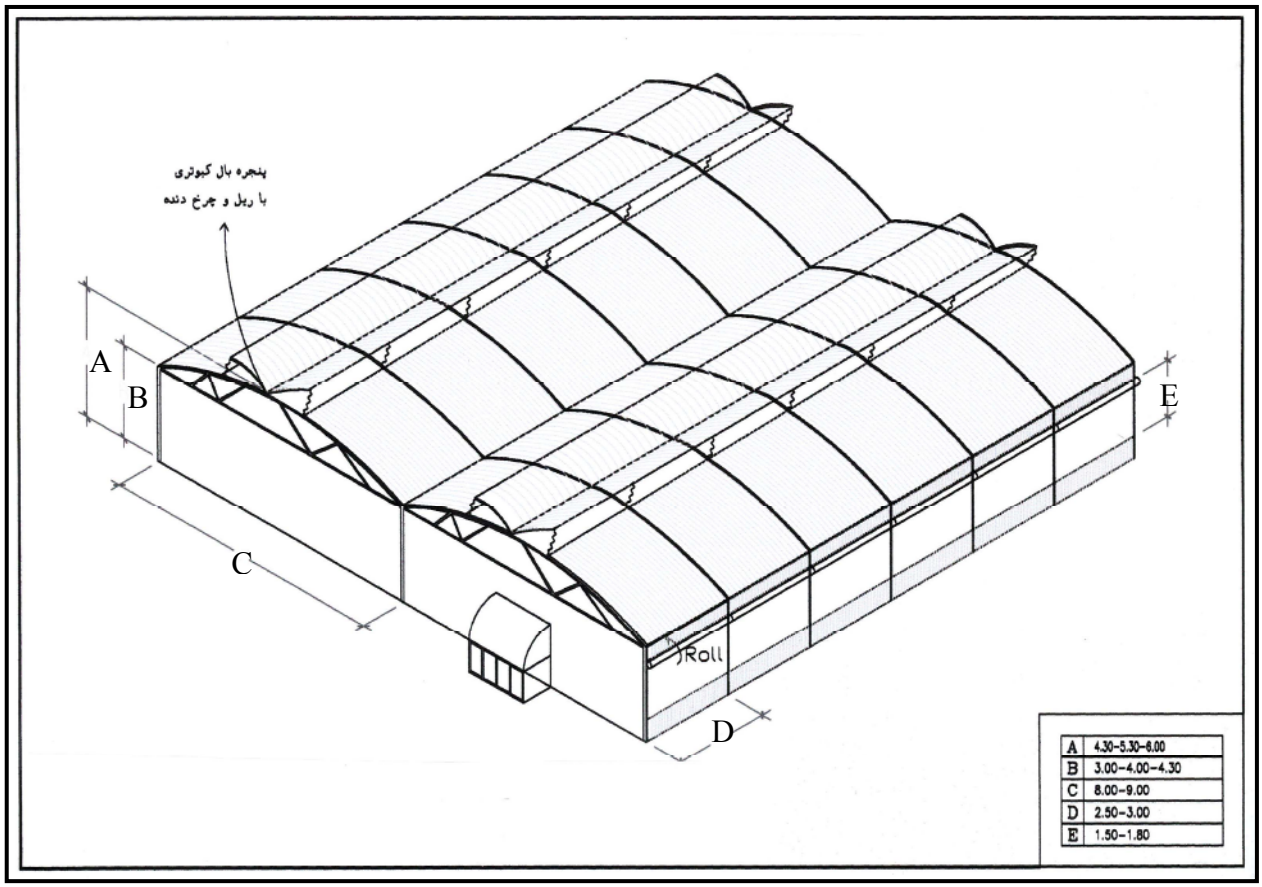
- مشخصات سازه- تونلی با اسکلت فولادی (لوله‌های فولادی)، پورتابل، ارتفاع و تهویه مناسب جهت مناطق گرم
- مشخصات پنجره‌ها- پنجره های بال کبوتری با کنترل جداگانه در هر طرف در سقف و پنجره‌های کناری رول آپ
- دارای پرده‌های محافظ گرما
- دارای سایه‌بان

تعاریف A ، B ، C ، D و E

- A- ارتفاع از کف تا نقطه عطف قوس سقف که در کاربری‌های [1]مختلف می‌تواند اندازه‌های ۶۰۰ ، ۵۳۰ و ۴۳۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- B- ارتفاع تا زیر ناودان که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۴۳۰ و ۴۰۰ و ۳۰۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- C- عرض دهنه که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۹۰۰ و ۸۰۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- D- فاصله ستونها که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۲۵۰ و ۳۰۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- E- ارتفاع پنجره جانبی که در کاربری‌های مختلف می‌تواند اندازه‌های ۱۸۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر داشته باشد.

معیارهای مورد بحث پیشنهادی بوده و به دلیل تنوع اقلیمی، نوع محصول و سایر فاکتورهای موثر (که لحاظ کردن همه آنها برای همه مناطق ایران ماتریس بسیار پیچیده‌ای را تشکیل می‌دهد و نمی‌تواند فرم تعریف شده‌ای را برای همه نقاط ایجاد نماید) می‌بایست در هر منطقه و با توجه به شرایط خاص طرح تحلیل و طراحی گردد.

[1] براساس نوع محصول و باد متغیر خواهد بود.



شکل ۱-۵ تیپ های پیشنهادی گلخانه براساس تیپ۵

توضیح - عرض پنجره سقفی براساس شرایط باد منطقه بین ۰/۹ تا ۳ متر است و هر بال پنجره بصورت جداگانه کنترل می شود.

۱-۱-۵- معیارهای انتخاب تیپ گلخانه

برای انتخاب تیپ گلخانه‌ای ، علاوه بر ضوابط عمومی، (محصول و شرایط اقلیمی) عوامل جزئی‌تری باید مدنظر قرار گیرند. شدت جریان باد و رطوبت نسبی هوا در منطقه از عوامل تاثیرگذار محسوب می‌شوند. بر این اساس – نواحی اقلیمی تفکیک شده در الگوی FAO که در نمودار شماره (۱-۱) نشان داده شده است به زیر نواحی یا نواحی با شرایط خاص تقسیم می‌شود. به این ترتیب ناحیه A به ۵ زیرناحیه، ناحیه B به پنج زیرناحیه و ناحیه C (ساحلی) به شش زیر ناحیه تقسیم می‌شود. که در ادامه به شرح مشخصات خاص اقلیمی این نواحی پرداخته می‌شود.

مشخصات خاص اقلیمی نواحی A, B و C

ناحیه A- مناطقی که منحنی ترسیمی آنها عمدتاً در ناحیه A قرار می‌گیرند (بیشترین ماههای سال دراین ناحیه هستند) به پنج زیرگروه تفکیک می‌گردند:

- A1= منحنی در ناحیه A واقع است، و سرعت بادهای شدید منطقه ۱۷ و کمتراز ۱۷ متر بر ثانیه است.
- A2= منحنی درناحیه A واقع است، و سرعت بادهای شدید منطقه ۲۰-۱۸ متر بر ثانیه است.
- A3= منحنی در ناحیه A واقع است، و سرعت بادهای شدید منطقه ۲۵-۲۱ متر بر ثانیه است.

- A4= منحنی در ناحیه A واقع است. و سرعت بادهای شدید منطقه ۲۸-۲۵ متر بر ثانیه است.
- A5= منحنی در ناحیه A واقع است. و سرعت بادهای شدید منطقه ۳۵-۲۸ متر بر ثانیه است.

ناحیه B- مناطقی که منحنی ترسیمی آنها عمدتاً در ناحیه B و C قرار می گیرند (بیشترین ماهها) و به ۵ گروه زیر تقسیم می‌شوند:

- B1= منحنی درناحیه B و C واقع است، سرعت بادهای شدید منطقه ۱۷ و کمتر از ۱۷ متر برثانیه است.
- B2= منحنی در ناحیه B و C واقع است، سرعت بادهای شدید منطقه ۲۰-۱۸ متر برثانیه است.
- B3= منحنی در ناحیه B و C واقع است، سرعت بادهای شدید منطقه ۲۵-۲۱ متر برثانیه است.
- B4= منحنی در ناحیه B و C واقع است، سرعت بادهای شدید منطقه ۲۸-۲۵ متر برثانیه است.
- B5= منحنی در ناحیه B و C واقع است، سرعت بادهای شدید منطقه ۳۵-۲۸ متر برثانیه است.

ناحیه C- مناطقی که بیشترین ماههای سال درآن مناطق در ناحیه C و بعد از آن قرار دارند.

- C1= منحنی درناحیه B و C واقع است، سرعت بادهای شدید منطقه ۱۷ و کمتر از ۱۷ متر برثانیه است.
- C2= منحنی در ناحیه B و C واقع است، سرعت بادهای شدید منطقه ۲۰-۱۸ متر برثانیه است.
- C3= منحنی در ناحیه B و C واقع است، سرعت بادهای شدید منطقه ۲۵-۲۱ متر برثانیه است.
- C4= منحنی در ناحیه B و C واقع است، سرعت بادهای شدید منطقه ۲۸-۲۵ متر برثانیه است.
- C5= منحنی در ناحیه B و C واقع است، سرعت بادهای شدید منطقه ۳۵-۲۸ متر برثانیه است.
- C6= مناطقی که درناحیه C واقع شده‌اند و رطوبت نسبی آنها بالاتر از ۶۰ درصد است (در تابستان) باشد.

تناسب هر یک از تیپ‌های گلخانه‌ای، متناسب با ضوابط اقلیمی، زیر نواحی اقلیمی و گروه محصول (هدف تولید) در جدول شماره (۱-۲) ارائه شده است.

جدول شماره ۱-۲- تیپ های پیشنهادی گلخانه بر اساس اقلیم و نوع محصول انتخابی

ناحیه / محصول	ناحیه A					ناحیه B					ناحیه C					
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5	C6
گروه A	تیپ ۵	تیپ ۱	تیپ ۳	تیپ ۳ و۴	تیپ ۴	تیپ ۱ و ۵	تیپ ۲ و ۵	تیپ ۳	تیپ ۳ و۲	تیپ ۴ و۳	تیپ ۲	تیپ ۲ و ۵	تیپ ۳	تیپ ۳ و ۴	تیپ ۴	تیپ ۲ و۱
گروه B	-	-	-	-	-	تیپ ۲	تیپ ۵	تیپ ۱	-	-	تیپ ۲	تیپ ۵	-	-	-	تیپ ۲
گروه C1	تیپ ۱	تیپ ۵	تیپ ۱	تیپ ۳	تیپ ۵	تیپ ۱	تیپ ۵	تیپ ۲ و ۵	تیپ ۳	تیپ ۴	تیپ ۲	تیپ ۵	تیپ ۱	تیپ ۳	تیپ ۴	تیپ ۱ و ۲
گروه C2	تیپ ۵ و ۱	تیپ ۵ و ۱	تیپ ۱	تیپ ۳	تیپ ۳ و ۴	تیپ ۱ و۲	تیپ ۱ و ۲	تیپ ۵	تیپ ۳	تیپ ۳ و ۴	تیپ ۱	تیپ ۲	تیپ ۳	تیپ ۳ و۳	تیپ ۳	تیپ ۱ و۲
گروه C3	تیپ ۵	تیپ ۵	تیپ ۱	تیپ ۳	تیپ ۴	تیپ ۱	تیپ۵	تیپ ۲ و ۳	تیپ ۳	تیپ ۴	تیپ ۵	تیپ ۱	تیپ ۲	تیپ ۳	تیپ ۴	تیپ ۱ و ۲
توت فرنگی *	تیپ ۱	تیپ ۱ و ۲	تیپ ۳	تیپ ۳	تیپ ۴	تیپ ۲	تیپ ۵	تیپ ۱	تیپ ۳	تیپ ۴	-	-	-	-	-	-

* با توجه به خصوصیات توت فرنگی ،علیرغم اینکه در گروه محصولات به آن اشاره نشده است. جهت راهنمایی در این جدول جایگاه خاص به آن اختصاص داده شده است.

۱-۲- معیارهای انتخاب و استاندارد پوشش‌های گلخانه‌ای

۱-۲-۱- میزان گذر پرتوهای خورشیدی

هدف اصلی پوشش ایجاد محیطی مناسب برای رشد گیاه است، بدون اینکه عوامل غیر قابل پیش‌بینی و کنترل خارجی بتوانند تاثیری در برنامه تولید داشته باشند. انرژی که توسط نور خورشید و با عبور از پوشش شفاف به گیاه می‌رسد، اصلی‌ترین محرک گیاه برای ساخت ماده سبز و اکسیژن از آب و دی‌اکسید کربن است. توانایی عبور دادن طول موجهای مفید نور خورشید، مخصوصاً قسمتی از آن که برای چشم انسان قابل دید است، از آن جهت که مهمترین بخش نور برای گیاه است اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. در واقع شدت دریافت این طول موجها که به پرتو فعال در عمل فتوسنتز (Photo synthetically Active Radiation) یا به طور سر واژه، PAR معروف است مستقیما رشد گیاه را متاثر می‌کند. بقیه بخشهای نور خورشید ماوراء بنفش (UV)، مادون قرمز

(IR) و بسیار دور از طیف قرمز (FR) است. درصد طیف‌های مختلف خورشید در بالا و پایین اتمسفر در جدول شماره (۱-۳)، ارائه گردیده است.

نور خورشید محدود کننده‌ترین و غیرقابل کنترل‌ترین عامل محیطی است. محدودکنندگی نور در عرضهای بیشتر ۲۵ درجه بیشتر است. به طور مثال در عرض ۴۰ درجه شمالی میزان نور دردسترس در ماه آذر و دی، یک سوم میزان نور در ماه‌های خرداد و تیر است. کاهش میزان تابش به علت تغییر زاویه نور خورشید و کوتاه شدن روز است. اتمسفر هم نقش فیلتر را بازی می‌کند و درصد نور مرئی را تغییر داده و افزایش می‌دهد. لذا میزان کلی نور رسیده به وضعیت اتمسفر هم بستگی دارد و ابر، رطوبت و آلودگی میزان نور رسیده را تغییر می‌دهد.

جدول شماره ۱-۳ - درصد طیفهای مختلف خورشید در بالا و پایین اتمسفر

طول موج	بالای اتمسفر	پایین اتمسفر
UV (۳۹۰ – ۴۰۰ نانومتر)	۸/۶	۶/۴
PAR (۴۰۰ – ۷۰۰ نانومتر)	۳۸/۲	۴۲/۹
FR (۷۰۰ – ۸۵۰ نانومتر)	۱۶/۵	۱۵/۲
IR (۸۵۰ – ۲۸۰۰ نانومتر)	۳۳/۹	۳۴/۲
طیفهای گرمایی (بیش از ۲۸۰۰ نانومتر)	۲/۷	۱/۳

میزان انرژی نورانی که واقعا توسط گیاه مصرف می‌شود از ۰/۵ تا ۱ درصد بیشتر نیست. بقیه امواج نورانی جذب می‌گردد یا به صورت پرتوهای گرماساز باز تابش می‌شود تا هوای گلخانه گرمتر (اثر گلخانه‌ای) شود. اثر گلخانه‌ای، از آنجا که گرمای لازم را برای رشد مناسب گیاه در فضای بسته تأمین می‌کند مطلوب است ولی باعث می‌شود در فصول گرم وجود دستگاه‌های خنک کننده لازم شود. اینجاست که عبور گرما از پوشش هم اهمیت می‌یابد. که در مبحث بعدی به آن پرداخته می‌شود.

نکته‌ای که در انتخاب پوشش باید مد نظر قرار گیرد این است که ماده پوشش چه نسبتی از نور مستقیم (اشعه‌ای که بدون هیچ انحرافی از خورشید رسیده است) و نور غیر مستقیم (اشعه‌ای که به نحوی توسط اتمسفر، پوشش و یا دیگر عوامل تغییر جهت یا طول موج داده است.) را به گیاه منتقل می‌کند. محاسبه این عامل یکی از خواص مهم فیزیکی ماده پوشش است.

ضریب عبور نور (τ) یکی از خواص فیزیکی ماده پوشش است و به صورت نسبت شدت نور اندازه گرفته شده در زیر پوشش (I)، به شدت نور اندازه گرفته شده در همان زمان و در بالای پوشش (I_o) تعریف می‌شود. شدت نور اندازه گیری شده باید در هر بازه خاص (PAR، UV، IR، FIR) اندازه‌گیری و گزارش شود.

$$\text{میزان عبور نور} \quad \tau = I/I_0 \qquad (۲)$$

با روش فوق میزان عبور نور کل اندازه گرفته می‌شود و این مقادیر شامل هر دو نور مستقیم و غیر مستقیم می‌باشد. این روش، کاملاً آزمایشگاهی است و در شرایط کنترل شده، برای مقایسه انواع مختلف پوشش کاربرد دارد. از این معیار، معمولا برای طراحی و بیشینه کردن نور رسیده به تاج گیاه در گلخانه کمک نمی‌گیرند؛ چرا که شرایط واقعی در آن لحاظ نشده است. برای اینکه بتوانند میزان تاثیر عوامل مختلف را در یک پوشش خاص اندازه بگیرند از میزان عبور نور ساعتی (τ_{hour}) استفاده می‌کنند.

$$\text{کل میزان انرژی رسیده به گیاه در یک ساعت} = \tau_{hour} \times I_0 \qquad (۳)$$

معیار فوق را می‌توان برای طراحی استفاده کرد به شرطی که عوامل موثر اصلی را در نظر گرفت و میزان تاثیر آنها را محاسبه نمود. این عوامل عبارتند از:

۱. شرایط آب و هوایی
۲. فصل
۳. عمر پوشش و تعداد ماههای استفاده شده از آن
۴. روش نصب پوشش

البته برای پیش بینی صحیح رفتار گیاه با استفاده از میزان نور رسیده به تاج گیاه باید دید که توانایی جذب نور در گیاه چگونه است. این عامل را با مقداری به نام بازده فتوسنتز گیاهی (η) نشان می‌دهند.

$$\text{کل میزان انرژی مورد استفاده گیاه در یک ساعت} = \tau_{hour} \times I_0 \times \eta \qquad (۴)$$

بازده فتو سنتز گیاهی (η) به شدت تابش، میزان دی اکسید کربن، رطوبت و غیره وابسته است. روش صحیح اما وقت‌گیر مقایسه پوشش‌ها با یکدیگر، اندازه‌گیری کل میزان انرژی مورد استفاده گیاه در یک ساعت بر پایه توانایی بالقوه پوشش برای کمک به رشد گیاه است.

با تمام اندازه گیریها باید در نظر داشت که عواملی میزان واقعی عبور نور را تحت تاثیر خود دارند و عبارتند از:

۱. چه روزی از سال و چه ساعتی از روز
۲. عرض جغرافیایی
۳. شرایط محلی آب و هوایی
۴. درصد میزان نور مستقیم و غیر مستقیم در کل نور
۵. کیفیت طیفی یا بازه طول موج نوری که محاسبات برای آن انجام می‌گیرد.
۶. خواص ماده پوشش (در نصب و تحت تاثیر زمان مصرف که هوازدگی، آلودگی هوا، شرایط رطوبتی و تجمع گرد و غبار و انواع دیگر زباله را همراه دارد.)
۷. تاثیرات سازه که خود شامل موارد زیر است:
   - زاویه و شکل سقف
   - تعداد و عرض دهنه‌ها (فاصله ناودان تا ناودان اگر سازه چند دهنه باشد و فاصله پایه تا پایه برای سازه‌های یک دهنه)
   - ارتفاع دیواره‌ها
   - نسبت طول به عرض سازه
   - جهت قطب نمایی محور سازه

ترکیب عوامل بالا و روابط آنها با یکدیگر تعیین میزان عبور نور واقعی را مشکل می‌کند. به همین دلیل آنچه در آزمایشگاه و با روشهای آزمایشی که در آینده گفته خواهد شد به دست می‌آید؛ بیشترین میزان عبور نور بالقوه پوشش است. برای اینکه تصور درستی از میزان عبور نور پوشش بعد از نصب به دست بیاوریم دو روش وجود دارد که عبارتند از:

۱. شبیه سازی رایانه‌ای و بدست آوردن مدل ریاضی تغییرات عوامل نامبرده
۲. اندازه‌گیری میزان عبور نور در گلخانه در حال کار و در شرایط واقعی

برای اینکه تصوری از تاثیر سازه بر نور داشته باشیم؛ در جدول (۱-۴) نمونه نتایجی را خواهیم دید که در یک اندازه‌گیری به روش دوم به دست آمده است. مقادیر گزارش شده، میزان گذر نور مرئی (PAR) را برای ۴ پوشش مختلف در شرایط مشابه نمایش می‌دهد. دو سنسور در موقعیت‌های زیر اطلاعات را نمایش داده‌اند-

۱. ۰/۵ متر (۱/۶ فوت) زیر پوشش (نزدیک سقف)، نمایانگر عبور خالص نور از پوشش
۲. ۱/۸ متر (۵/۹ فوت) بالای زمین (نزدیک تاج گل) نمایانگر تاثیر سازه و پوشش به طور همزمان

جدول شماره ۱-٤- درصد گذر نور متوسط روزانه نور مرئی (PAR) در گلخانه‌ای که رز شاخه بریده در مقیاس تجاری تولید می‌کند.

جای سنسور	نوع ماده پوشش			
	شیشه یک لایه	آکریلیک	شیشه دو لایه	پلی اتیلن دو لایه
روی سقف	۶۰	۵۸	۵۸	۶۷
روی تاج گل	۵۶	۵۵	۵۶	۴۵

عناصری که غیر از سازه باعث تغییر میزان نور می‌گردد عبارتند از- لوله‌های گرم کننده، سیستم آبیاری، پرده‌های حفظ انرژی و غیره.

۱-۲-۲- میزان حفظ انرژی

گلخانه باید شرایط آب و هوایی مناسب را برای گیاه فراهم کند و آن را در برابر اتفاقات مختلف مانند بادها، تگرگ، برف و گرما و سرمای بیش از حد حفظ کند. به خصوص، خاصیت حفظ دمای گلخانه در شبهای طولانی و هوای ابری، در فصول سرد سال، ویژگی بسیار مهم پوشش است لذا مدارک بسیاری برای مقایسه انواع مختلف مواد پوشش در ساعات شبانگاهی وجود دارد.

گرمای محیط گلخانه طبق موازنه انرژی به گرمای ورودی و خروجی وابسته است. انرژی ورودی از پرتوهای خورشیدی و تجهیزات مکمل گرمایی تامین می‌گردد. بنابراین برای حفظ دمای گلخانه در دمای مطلوب باید موازنه زیر برقرار باشد:

انرژی خورشیدی ورودی + گرمای تکمیلی = تلفات گرمایی

راه‌های تلف شدن انرژی در گلخانه، مانند هر سیستم دیگر، ترکیبی از روشهای جابجایی (همرفت)، هدایت گرمایی از سطح پوشش و تشعشع می‌باشد.

انتقال گرما، از طریق هدایت، برای تمام مواد، چه یک لایه و نازک و چه چند لایه و ضخیم تقریباً یکسان است. آنچه میزان اتلاف گرمایی از طریق هدایت را در پوشش تحت تاثیر قرار می‌دهد، ارزش عایق بودن ماده پوشش است. اضافه شدن یک لایه پوشش دیگر، می‌تواند افزایش بسیاری در میزان ارزش عایق بودن پوشش ایجاد کند. به طور مثال دو لایه پلاستیک که فاصله کوچک میان شان را هوا پر کرده است؛ ۳۰ درصد اتلاف انرژی کمتر، نسبت به پوشش یک لایه شیشه‌ای دارد.

انتقال گرما، از طریق تشعشع، مستقیما به خواص فیزیکی ماده پوشش وابسته است. خواص مزبور، در پوشش شامل ضریب نشر (Emissivity) وضریب انتقال (Tranmissivity) امواج نورانی و انرژی (در بازه طیفی مادون قرمز و امواج حرارتی) است. ضریب نشر به صورت توانایی ماده برای انتشار انرژی تشعشعی است که جذب ماده شده است. انرژی باز تابیده شده از عناصر داخل گلخانه که توسط ماده پوشش جذب می‌شود و به صورت امواج با طول موج بلند در محیط خارج منتشر می‌شود؛ باعث اتلاف حرارت به طریق تشعشعی می‌گردد. هرچه ضریب نشر بزرگتر باشد، نرخ اتلاف انرژی تشعشعی بیشتر است. ضریب انتقال به صورت توانایی ماده برای انتقال انرژی تشعشعی، بدون جذب و به صورت مستقیم است. در مورد پوشش‌های گلخانه‌ای ضریب انتقال، برای امواج مرئی در نظر گرفته نمی‌شود. هرچه ضریب انتقال بزرگتر باشد، نرخ اتلاف انرژی تشعشعی برای امواج مادون قرمز و حرارتی بیشتر است.

برای اینکه بتوانیم وضعیت انرژی گلخانه را ارزیابی کنیم میزان خالص تشعشع از گلخانه بسیار مهم است. میزان خالص تشعشع، تفاوت بین انرژی رسیده و انرژی از دست رفته به وسیله تشعشع است. در طول روز رسیدن میزان بی‌اندازه زیاد انرژی نورانی از خورشید، میزان خالص تشعشع را کاملا تحت تاثیر قرار می‌دهد؛ زیرا تلفات انرژی در مقابل آن بسیار ناچیز می‌نماید. میزان خالص تشعشع روزانه سبب بالا رفتن دمای هوای گلخانه می‌شود. اما در شب، گرمای انباشته شده درون گلخانه (زمین خاکی، مسیرهای سیمانی، نیمکت های فلزی، گیاهان و غیره) اتلاف دمای تشعشعی قابل توجهی به محیط سردتر بیرونی خواهند داشت. میزان خالص اتلاف تشعشعی به علت عبور پرتوهای مادون قرمز و حرارتی از پوشش و نیز باز تابش و نشر ماده پوشش به آسمان ابری است. میزان انتقال گرمای تشعشعی به عوامل زیر وابسته است:

۱. خواص فیزیکی پوشش
۲. دمای خود پوشش
۳. وضعیت جوی (بخار آب، دی اکسید کربن و میزان ازن)

به علت اتلاف گرمای تشعشعی بالقوه، بررسی میزان خاصیت انتقال گرمای تشعشعی ماده پوشش در بازه طیف‌های مادون قرمز و حرارتی (به خصوص بخش‌های طول موجی بزرگتر از ۸۵۰ نانومتر)، ضروری است. اندازه گیریهای مزبور در آزمایشگاه انجام می‌پذیرد و تا اندازه‌ای ارزش مقایسه‌ای دارد؛ چراکه طبق مطالب پیش گفته در شرایط عملی و در حین کار مطمئنا این اعداد فاقد ارزش هستند. مطالعات [1] که بر روی خالص اتلاف انرژی هدایتی و تشعشعی از یک گلخانه با سازه تک دهانه و پوشیده شده از روکش پلی‌اتیلنی انجام شده است؛ تایید می‌کند که در شرایط واقعی عوامل زیر تاثیر زیادی داشته‌اند:

- شرایط آسمان در شب (پوشش ابر، رطوبت جوی)
- مکان و موقعیت گلخانه‌ها یا ساختمانهای مجاور که سازه‌های گرم شده دارند.
- سرعت باد

اتلاف و انتقال گرما از طریق جابجایی، بستگی به روزنه‌های موجود در سازه و پوشش، اندازه و موقعیت آنها دارد و در ضمن سرعت و جهت باد نیز موثر است. روزنه‌های ذکر شده شامل درهای مورد نیاز برای دسترسی، ورودی و خروجی‌های تجهیزات گرمایی، دریچه‌های فن و تجهیزات تهویه است. همچنین خیلی از ترکها و شکاف‌ها و محلهای اتصال ناخواسته و درزگیری نشده به

[1] Simpkins, 1984

مجموعه فوق اضافه می‌شوند. انتقال گرما از این طریق به نوع پوشش و روش نصب وابسته به آنها مربوط می‌شود. به عنوان مثال یک فیلم پلاستیکی پیوسته بسیار متفاوت از صفحات صلب است. میزان اندازه‌گیری شده جریان هوا و رطوبت (نماینده انتقال گرمای جابجایی) برای فیلم‌های پلاستیکی ۰/۵ متر مربع بر ساعت و برای پوشش‌های صفحه‌ای ۰/۷۵ تا ۱/۵ متر مربع بر ساعت است.

نکته آخر در این زمینه، نوع اتلاف گرمای غیر مستقیم است. گرما می‌تواند از طریق چگالیده شدن بخار آب گرم محیط گلخانه در سطح سرد پوشش هم تلف شود. تبدیل حالت بخار آب به مایع باعث آزاد شدن گرمای نهفته در سطح پوشش می‌گردد و از همان جا به خارج هدایت می‌شود. از طرف دیگر، همین آب تجمع پیدا کرده در سطح پوشش می‌تواند انتقال گرما از طریق تشعشع و هدایت را کاهش دهد.

۱-۲-۳- تاثیرات متقابل سازه و پوشش

برای انتخاب و استاندارد پوشش نباید تاثیر سازه را از نظر دور داشت؛ زیرا همیشه پوشش برای اولین بار بر روی سازه قرار نمی‌گیرد و خیلی از اوقات، سازه، تاثیر زیادی بر روی سودمندی انتخاب پوشش دارد. به طور مثال گاهی امکان دارد گلخانه‌دار با مواردی برخورد کند که تولید کنندهٔ یک نوع خاص پوشش، برای بهره‌مندی از مزیت خاص محصول خود، شرایط خاصی را برای سازه در نظر گرفته است یا در مثالی دیگر ممکن است گلخانه‌دار به دلایل اقتصادی تصمیم بگیرد نوع پوشش خود را تغییر دهد. محدودیت‌هایی که سازه بر پوشش اعمال می‌کند عبارت خواهند بود از:

۱. حداکثر وزنی که حمایت یا تحمل می‌شود.
۲. فاصله بین تیرها
۳. اندازه پی‌ها
۴. اندازه دهنه‌ها
۵. نوع ملحقاتی که پشتیبانی می‌شود.

عناصر فوق در سازه معمولاً غیر قابل تغییر هستند و تغییر هریک آنها به ساخت سازه‌ای جدید منتهی می‌گردد. با این حال بعضی از آنها را می‌توان بهبود داد و با افزودن بعضی از عوامل دیگر مقادیر را کم و زیاد کرد. اما برای انجام تغییرات باید با محاسبات دقیق مالی روشن کرد که اولاً هدف تغییرات دقیقاً چیست، (مثلاً استفاده از یک خاصیت جدید پوشش و یا عایق‌بندی بهتر) ثانیاً چه آثاری خواهند داشت (مثلاً کاهش مقاومت در برابر بار باد) و ثالثاً چه افزایش و کاهشی در منافع اقتصادی و بهره‌وری به وجود خواهد آمد. برای روشن شدن موضوع در جدول شماره(۱-۵)، مقایسه‌ای بین شیشه و صفحات صلب با فیلم‌های پلی‌اتیلنی انجام گرفته است. تفصیل بیشتر در این زمینه موضوع بحث این مدرک نیست و در بخش ساختمان به آن پرداخته می‌شود.

جدول شماره ۱-۵- مقایسه شیشه و پوشش های صلب با فیلمهای پلی‌اتیلنی از جهت ملاحظات ساختمانی

موضوع مورد مطالعه	صفحات صلب	فیلم پلی‌اتیلن
میزان کل نور روزانه رسیده به تاج گیاه	تقریبا مساوی	تقریبا مساوی
نسبت نور مستقیم در کل نور عبوری	بیشتر	کمتر
نسبت نور غیرمستقیم در کل نور عبوری	کمتر	بیشتر
یکنواختی شدت توزیع نور و کاهش اثر سایه	کمتر	خیلی بیشتر
تعداد و اندازه بیشتر تیرها و ساپورت‌ها	سنگین و غیر قابل انعطاف	سبک و منعطف
کار ایزوله کردن	بیشتر	تقریبا ناچیز

۱-۲-٤- استحکام

نمی‌توان از استاندارد و انتخاب کالایی صحبت کرد ولی موضوع استحکام و مقاومت آن را در موارد مختلف نادیده گرفت. در این مبحث موارد بسیاری را می‌توان مورد بررسی قرار داد؛ ولی از دید استاندارد، موضوعات مورد بحث چندان وسیع نیستند. برای مواردی مانند مقاومت در برابر مواد شیمیایی، مقاومت در برابر آلودگیهای محیطی، بارانهای اسیدی و گرد و خاک و غیره باید به دستورالعمل‌های تولیدکنندگان و مقایسه‌های انجام گرفته علمی مراجعه نمود. این موضوعات بیشتر جنبه مزیت رقابتی دارند و به عنوان موارد اختیاری برای تولیدکنندگان مطرح هستند؛ بنابر این در حیطه استاندارد ماده خاصی قرار می‌گیرد که در موضوع مطالعه مطرح می‌گردد.

موضوعاتی که در این حیطه مورد توجه می‌باشد، مواردی است که ضمن از بین بردن پوشش، در صورت نبود مقاومت، گیاه را هم تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. موارد مذکور عبارتند از:

۱. مقاومت در برابر تگرگ
۲. مقاومت در برابر پارگی
۳. مقاومت در برابر باد (یا دیگر پدیده‌های جوی)

در مورد مقاومت در برابر تگرگ، مقاومت تمام مواد پوششی باید مد نظر قرار گیرد و تنها شیشه نیست که در معرض آسیب قرار می‌گیرد ولی مقاومت در برابر پارگی اصلا در مورد شیشه یا دیگر صفحات صلب مطرح نیست. مقاومت در برابر باد موضوع مطالعه مبحث طراحی ساختمان است و در محاسبه بار برف، باد و باران برای طراحی ساختمان، چنانچه درست عمل شود و پیش بینی‌های لازم انجام گیرد؛ پوشش نقش تعیین کننده‌ای در طراحی نخواهد داشت. برای اطلاعات بیشتر، استفاده کننده به اطلاعات و دستورالعمل‌های تولیدکنندگان پوشش و نگهدارنده‌های پوشش ارجاع داده می‌شود.

۱-۲-۵- طول عمر

عمر مفید یک پوشش عبارتست از ماهها یا سالهایی که ماده پوشش بر روی سازه یک گلخانه با اهداف اقتصادی حضور موثر دارد. سوالی که پیش می‌آید این است که پایان عمر مفید چگونه قابل تشخیص است و چه عواملی آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد؟

پوشش گلخانه همواره در معرض هوا زدگی، کثیفی ناشی از تجمع گرد و غبار و سایر آلودگی‌ها، خراشهای ناشی از برخورد اشیا مختلف و سایش قرار دارد؛ اما، تمام این موارد نمی‌توانند کارکرد مفید روکش را خدشه‌دار نموده، لزوم تعویض آن را فراهم آورند.

بیشتر اتفاقات معمول ذکر شده قابل برطرف شدن است و آنچه از روکش گلخانه انتظار می‌رود را چندان متاثر نمی‌کند. کثیفی قابل تمیز کردن است و خراش‌ها ممکن است نسبت نور غیرمستقیم را تغییر دهد.

انتهای کارکرد مفید، وقتی است که ترکیب شیمیایی داخلی پوشش تغییر می‌کند. در نتیجه تغییرات شیمیایی داخلی روکش استحکام فیزیکی کاهش پیدا می‌کند و تجزیه اتفاق می‌افتد؛ عبور نور کاهش پیدا می‌کند و این تغییرات قابل بازگشت نیستند.

در این مورد، آزمایشها باید در محیط واقعی انجام شود. تجربیاتی که در شرایط آزمایشگاه انجام می‌گردند؛ از نظر گزارش‌های استاندارد برای اعلام طول عمر، غیر معتبر است. شرایط واقعی تنها در محیط‌های واقعی ایجاد می‌شود و در زمان واقعی گزارش می‌شود. گزارش‌های مقایسه‌ای طول عمر در مورد انواع مختلف جایز نیست زیرا به علت ساختمان‌های متفاوت شیمیایی، فرآیندهای که به انتهای کارکرد منتهی می‌شوند کاملاً متفاوتند.

غیر از تغییرات شیمیایی که با تغییر رنگ و بعضی علامات ظاهری دیگر نظیر پوشیدگی و غیره همراه است؛ اولین علامت هشدار دهنده کارکردی، کاهش میزان نور است. نکته مورد توجه استاندارد در این زمینه این است که بر خلاف‌بندی که در مورد عبور نور صحبت می‌کرد چنانچه قرار باشد میزان عبور نور در پایان کارکرد مفید آزمایش شود باز هم نتایج حاصل در شرایط آزمایشگاه معتبر نیست. حتی نتایج آزمایش‌های مقایسه ای هم در این حوزه دارای همین شرایط هستند؛ یعنی، باید در شرایط واقعی انجام شده باشند.

۱-۲-٦- قابلیت احتراق (Combustibility)

شیشه در بحث قابلیت احتراق وارد نمی‌گردد؛ زیرا از نظر شیمیایی خنثی است و در سطح کاربردهای گلخانه‌ای هیچ مشکل بالقوه‌ای در مورد ایمنی در برابر احتراق ندارد. در شرایط خاص، با توجه به خواص مواد پلاستیکی که سوختن آنها را تسهیل می‌کند، بعضی اقدامات ایمنی الزامی است. هم تولید کننده و هم گلخانه‌دار که درگیر جابجایی، حمل و نقل، نگهداری و استفاده از این مواد هستند احتیاط‌های لازم را باید داشته باشند. عوامل مختلف و معیارهای متفاوتی این حوزه را پوشش می‌دهند که کنترل آنها الزامی است.

۱-۲-٦-۱- قابلیت شعله‌وری (Flammability)

بدیهی است که اندازه‌گیری این خاصیت شیمیایی ماده پوشش، برای صفحات صلب پلاستیک و فیلمها انجام می‌گیرد و قابلیت این مواد در حمایت از احتراق و ایجاد شعله را نمایان می‌سازد. اعداد به دست آمده برای این خاصیت، تنها کاربرد مقایسه‌ای دارد. باید در نظر داشت برای تصمیم گیری درباره خطر بالقوه آتش‌سوزی و نقش مواد مختلف، پوشش‌ها تنها یکی از عوامل بی‌شمار هستند. کل عوامل ساختاری موجود در گلخانه ممکن است در ایجاد یک حریق نقش داشته باشند ولی درباره اینکه کدام عامل آغازگر، کدام توسعه دهنده، کمک کننده یا مانع است باید در شرایط واقعی پاسخ گفت.

در یک شبیه‌سازی و یا مطالعه واقعی، آنچه برای قضاوت صحیح لازم است یک ترکیب صحیح از معیارها و اعداد وابسته به آنهاست که قابلیتهای بالقوه را نمایش دهد. اعداد به دست آمده از این آزمایش‌ها بهترین معیار کنترل نتیجه‌گیری‌های تجربی از این جهت هستند. همین دلیل باعث می‌شود تولید کننده ملزم باشد خاصیت شعله‌وری را برای تمام عناصر اندازه گرفته، گزارش کند.

۱-۲-٦-۲- دمای احتراق یا افروزش (Ignition Temperature)

طبق تعریف، کمترین دمایی است که یک ماده، اشتعال در اثر گرما را در هوا آغاز و پشتیبانی می‌نماید. با اندازه‌گیری این خاصیت و با داشتن اطلاعات سیستم گرمایش و هر عامل موثر در دمای دیگر در گلخانه می‌توان محدوده‌های ایمنی یک نوع خاص از روکش را مشخص کرد. در مقایسه با « قابلیت شعله‌وری» که بیشتر به تولید کننده مربوط می‌شد؛ این خاصیت (دمای احتراق)، کمیتی است که برای انتخاب و طراحی کاربرد دارد. این عدد، محدودیتی را که گیاه برای سطح دمای گلخانه ایجاد کرده است گسترش می‌دهد. البته تولیدکنندگان پوشش برای اینکه چنین محدودیتی را ایجاد نکنند معمولا این دما را تا حدی بالا می‌برند که حداکثر سطح دمای گلخانه‌ها فاصله فاحشی با دمای احتراق داشته باشد؛ ولی باید در نظر داشت که طراحی و آزمایش روکش‌های جدید همواره کنترل این عامل را از جهت احتیاط ایجاب می‌کند.

دمای احتراق خود به دو نوع مختلف قابل تقسیم است:

- دمای احتراق ناگهانی
- دمای خود احتراقی

بعضی از مواد خود به خود شروع به سوختن می‌نمایند و در دمای خاصی شعله ایجاد کرده با بالاتر بردن دما از حریق حمایت می‌کنند که از میان مواد دارای کاربرد در گلخانه آکریلیک ها و فایبرگلاس ها از انواع ورق های صلب پلاستیکی این چنین هستند. بعضی دیگر در دمای احتراق شعله‌ور نمی‌گردند و به یک عامل خارجی نیاز دارند تا ناگهان به آتش کشیده شوند. تولید کننده باید این خاصیت را با توجه به دو نوع متذکر شده گزارش کند و طراح هم باید آنها را در نظر داشته باشد. در بعضی از طراحی‌ها ترکیبی از مواد مختلف استفاده می‌شود. به عنوان مثال دیواره‌ها از آکریلیک، سقف از فیلم PVC ضخیم و روکش داخلی از پلی‌اتیلن نازک ضد چکه کار می‌شود. چنین ترکیبی به منظور حداکثر کردن کارایی و صرفه‌جویی در مصرف سوخت و حداقل کردن قیمت در یک ساختار قدیمی استفاده می‌شود. با وارد کردن مسایل ایمنی در طراحی مثال، می‌توان با ترکیب درست مواد با دماهای احتراق متفاوت از نظر نوع و مقدار جلو توسعه حریق را سد کرد.

۱-۲-٦-۳- چگالی دود (Smoke Density)

این کمیت نشان دهنده شکل شعله در صورت آتش‌سوزی است و ارتفاع و حجم آن را پیش‌بینی می‌کند. این خاصیت را تولید کننده آزمایش و گزارش می‌کند و طراح برای تطبیق با استانداردهای ایمنی و کنترل حریق باید از آنها استفاده می‌کند. این عدد، ارزش مقایسه‌ای و انتخابی ندارد و تنها، کمیتی برای طراحی است.

۱-۲-۷- معیارهای دیگر

۱-۲-۷-۱- ضریب انبساط

ضریب انبساط برای تمام انواع پوشش باید اندازه‌گیری و گزارش شود؛ اما اهمیت آن برای شیشه بیش از انواع دیگر است.

۱-۲-۷-۲- سازگاری مواد و ترکیبات شیمیایی مختلف

از آنجا که هر ترکیبی به عنوان ماده پوشش استفاده شود در یک سیستم و در حال تعامل با آن استفاده خواهد شد بررسی سازگاری عوامل مختلف در این سیستم ضروری است. بنابراین تمامی تولیدکنندگانی که محصول و یا عوارض محصول آنها مثل بخار، دود یا پسماند محصول به نوعی با روکش در تماس خواهد بود ملزم به بررسی اشکالات بالقوه هستند و باید طی توصیه‌نامه‌هایی آنها را به اطلاع مشتریان خود برسانند. همچنین تولید کننده روکش باید در دستورالعمل مصرف، ضمانت نامه یا هر مدرکی که به عنوان پیش تذکر یا شناسنامه محصول خود به مشتری می‌دهد، موارد ناسازگاری احتمالی، مشکلات، علائم و راه‌حل‌های آنها را پیش‌بینی و اعلام کند. چنین دستورالعملی می تواند موارد زیر را در بر داشته باشد ولی محدود به لیست زیر نیست:

- افزودنی ضد چکه یا ضد مه (Anti Fog)
- افزودنی جاذب اشعه مادون قرمز (IR)
- افزودنی‌های دیگر مانند ضد غبار (Anti Dust) و ضد سولفور و ...
- نرم کننده‌هایی (Plasticizer) که در فرآیند تولید روکش و بست‌ها به کار رفته است.
- ترکیباتی که برای درز گیری استفاده می‌شود.
- مواد محافظ پوسیدگی چوب ها
- مواد سایه ساز یا سایه انداز (انواع رنگ، گِل یا ...)
- توری‌ها یا قـــماش های سایه ساز یا سایه انداز (Shading) یا محافظان انرژی (Energy Safe)
- ترکیبات شستشو دهنده
- نوارهای تعمیر و درز بندی
- آفت‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها، سموم و دیگر مواد شیمیایی
- حلال‌های شیمیایی کلیه موادی که در بالا نام برده شد.

توصیه ما به طراحان گلخانه‌ها، سازندگان و گلخانه‌داران این است که قبل از استفاده از هر نوع ماده طبیعی یا سنتزی حتماً سازگاری آن با مواد پیشین را بررسی و سوال نمایند و مصرانه پاسخ‌ها را پی‌گیری کنند.

پس از مشخص نمودن نوع سازه از لحاظ معماری می‌بایست نوع پوشش را مشخص نمود. چون اصولاً در این مطالعات به گلخانه‌های پوشش پلاستیکی پرداخته شده است، لذا ضوابط اصلی این پوشش‌ها برای محصولات مورد نظر به شرح ذیل می‌باشند:

۱. تاحد امکان پوشش گلخانه (پلاستیک) در طول گلخانه نصب گردد. تا ضمن اینکه سیم‌های مفتولی حذف می‌شوند از خطر نفوذ باد در گلخانه و خسارت های احتمالی کاسته شود.
۲. عرض پلاستیک‌های مورد استفاده متناسب با عرض سازه انتخاب گردد. حداقل عرض مورد استفاده در صورت پلاستیک کشی طولی ۱۴ متر خواهد بود. (در گلخانه‌های تک واحدی)
۳. حداقل افزودنی آنتی u.v نباید کمتراز ۵٪ باشد.
۴. استفاده از پلاستیک‌های دارای افزودنی آنتی IR در ناحیه اقلیمی C توصیه نمی‌شود. زیرا موجب جلوگیری از خروج پرتوهای گرمایی IR در طول روز خواهد شد.

۵. در نواحی اقلیمی A استفاده از پوشش دو لایه (ترجیحاً تحت فشار هوا) توصیه می‌گردد تا از اتلاف گرما در حد مناسبی جلوگیری گردد.
۶. نصب پلاستیک روی سازه حتماً می‌بایست توسط قفل نایلون مناسب انجام گرفته و در مناطق A3 به بالا ، B3 به بالا و C3 به بالا از تسمه‌های حمایت پلاستیک برروی سازه استفاده شود.
۷. استفاده از پوشش پلی‌کربنات در مناطق دارای برف‌های سنگین توصیه نمی‌شود. زیرا مانع از آب شدن برف خواهد بود و خطر انباشت برف روی سازه افزایش می‌یابد.
۸. در منطقه A استفاده از پوشش ضد چکه (به شرط آنکه مفتول‌های طولی به کار نرفته باشند) توصیه می‌گردد.

۱-۳- ضوابط طراحی سازه‌های گلخانه‌ای

در طراحی سازه‌های گلخانه‌ای محاسبه و تحلیل بارهای وارده استاتیکی و دینامیکی به سازه، حایز اهمیت است که این بارها به شرح زیر محاسبه و تحلیل می‌گردند.

۱-۳-۱- بارگذاری (Loading)

اصولاً در بارگذاری سازه‌های گلخانه‌ای از چهار نوع بارگذاری (Load Case) به شرح زیر استفاده می‌گردد:

(الف)- بار مرده (Dead Load)

(ب)- بار زنده (Live Load)

(ج)- بار باد (Wind Load)

(د)- بار برف (Snow Load)

هر یک از بارگذاری‌های فوق‌الذکر باید به طور جداگانه به سازه اعمال شده در نهایت با استفاده از ترکیبات بارگذاری (Load Combination) وضعیت نهائی سازه مورد بررسی قرار گیرد. بدلیل استفاده از عناصر سازه‌ای متفاوت در مدل سازه در بعضی از مواقع از نیروی برشی، نیروی محوری یا لنگر خمشی برای طراحی استفاده می‌شود. برای مدل‌سازی پی‌سازه‌ها از روش اجزا محدود (Finite Element Method) استفاده می‌شود. با توجه به نیروها و گشتاورهای بدست آمده پی سازه به صورت منفرد یا نواری طراحی خواهد شود.

۱-۳-۱-۱- بار مرده (Dead Load)

بار مرده عبارتست از بارهای وارده از طرف کلیه اجزاء ثابت سازه که به صورت ثقلی عمل می‌کند. نظر به اینکه ساختمان مورد نظر از نوع سازه‌های سبک می‌باشد، لذا لازم است با توجه به جزئیات معماری مفروض در بام وزن یا بار مرده محاسبه گردد. این بارها توسط سیستم خرپائی به قابهای اصلی منتقل می‌شوند. شکل شماره (۱-۶) جزئیات مربوط به سقف و نحوه اتصال اجزای آن به سازه اصلی را نشان می‌دهد. با توجه به جزئیات ارائه شده مقادیر بارهای هر یک از اجزاء محاسبه گردیده و در نهایت بار مرده سقف بدست می‌آید. اشکال شماره (۱-۷) و (۱-۸) نیز جزئیات مربوط به قاب گلخانه‌های با سقف قوسی و شیبدار را مشخص می‌کند.

عموماً بارمرده در دو حالت ، سقف قوسی و سقف شیب دار محاسبه می‌گردد.

(الف) بار مرده سقف قوسی

بار مرده پلاستیک سقف = (۱۸۰۰×۲) / ۱۰۰۰ =۳/۶ Kg/m^2

قابل اغماض است = بار لاستیک سقف

توسط برنامه تحلیل سازه محاسبه می‌شود = بار مرده سازه

(ب) بار مرده سقف شیبدار

بار مرده شیشه به ضخامت "۱/۴ = (۰/۶۳۵) × (۲۵۰۰) × (۱/۱۰۰۰) =۱۵/۸۸ Kg/m^2

قابل اغماض است = بار لاستیک سقف

توسط برنامه تحلیل سازه محاسبه می‌شود = بار مرده سازه

۱-۳-۱-۲ - بار زنده (Live Load)

بار زنده (سربار) عبارتست از کلیه بارهای موثر اضافی که در نتیجه استفاده و بهره‌برداری به سازه وارد می‌گردد. این سربارها شامل سربارهای ثابت، متحرک با اثر جنبشی کم و متحرک با اثر جنبشی قابل توجه می‌باشد. با توجه به نحوه کاربری سازه مورد بحث که یک سازه گلخانه‌ای سبک می‌باشد، در نظر گرفتن سربار فقط به صورت سربار ثابت می‌باشد. آئین نامه مرتبط با ساختمان توصیه می‌کند که برای بام‌های شیبدار با پوشش سبک با شیب بیش از ۱۰ درجه بار زنده درنظر گرفته نمی‌شود. لازم به ذکر است که جهت اتصال محصول به سقف از یکسری طناب استفاده می‌شود که به صورت بار زنده به سازه سقف اعمال شده است. طبق استاندارد (NGMA) وزن محصول بایستی حداکثر برابر ۴۵ کیلوگرم (۱۰۰ پوند) و به صورت بار متمرکز در نظر گرفته شود. مقادیر مذکور در محاسبات بارگذاری این سازه‌ها منظور گردیده است.

۱-۳-۱-۳ - بار باد (Wind Load)

محاسبات بار باد بر اساس آئین‌نامه گلخانه‌های آمریکا **(NGMA)** و آئین‌نامه ۵۱۹ ایران انجام می‌گیرد. نکته قابل توجه این است که استاندارد ۵۱۹ ایران و استاندارد آمریکا در اکثر موارد با یکدیگر هماهنگی دارند. بنابراین استفاده از مجموعه این دو آئین‌نامه به طور همزمان بلامانع می‌باشد.

برای محاسبات بار باد ابتدا بایستی فشار مبنای باد را محاسبه نمود. رابطه ارائه شده در آئین‌نامه ۵۱۹ برای محاسبه فشار مبنای باد به صورت زیر می‌باشد:

$$q = 0.005V^2$$

که در آن (V) سرعت باد بر حسب کیلومتر بر ساعت می‌باشد. مقدار فشار مبنای باد نیز بر حسب کیلوگرم بر مترمربع بدست خواهد آمد. بطور مثال با در نظر گرفتن سرعت باد در یک منطقه که در حدود ۱۰۰ کیلومتر در ساعت است، فشار مبنا برابر Kg/m^2 ۵۰ محاسبه می‌گردد. طبق آئین‌نامه ۵۱۹ ایران مقدار فشار یا مکش باد نیز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$P = C_e.C_q.q$$

که در آن:

Ce = ضریب اثر تغییر سرعت است که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Ce = (2.0)\left(\frac{z}{10}\right)^{0.16}$$

Z = ارتفاع سازه بر حسب متر می‌باشد

Cq = ضریب شکل که با توجه به نوع سازه و شکل هندسی آن تعیین می‌شود. برای مثال در مورد سازه گلخانه با شیب سقف برابر ۲۵ درجه ، مقدار Cq در دو حالت به ترتیب معادل ۰/۷- و ۰/۴+ بدست می‌آید. مقادیر فشار باد محاسبه شده برای سقف‌های شیب‌دار طبق جدول شماره (۱-۶) محاسبه شده است.

جدول شماره۱-٦- مقادیر فشار باد محاسبه‌شده برای سقف‌های شیب‌دار سازه گلخانه

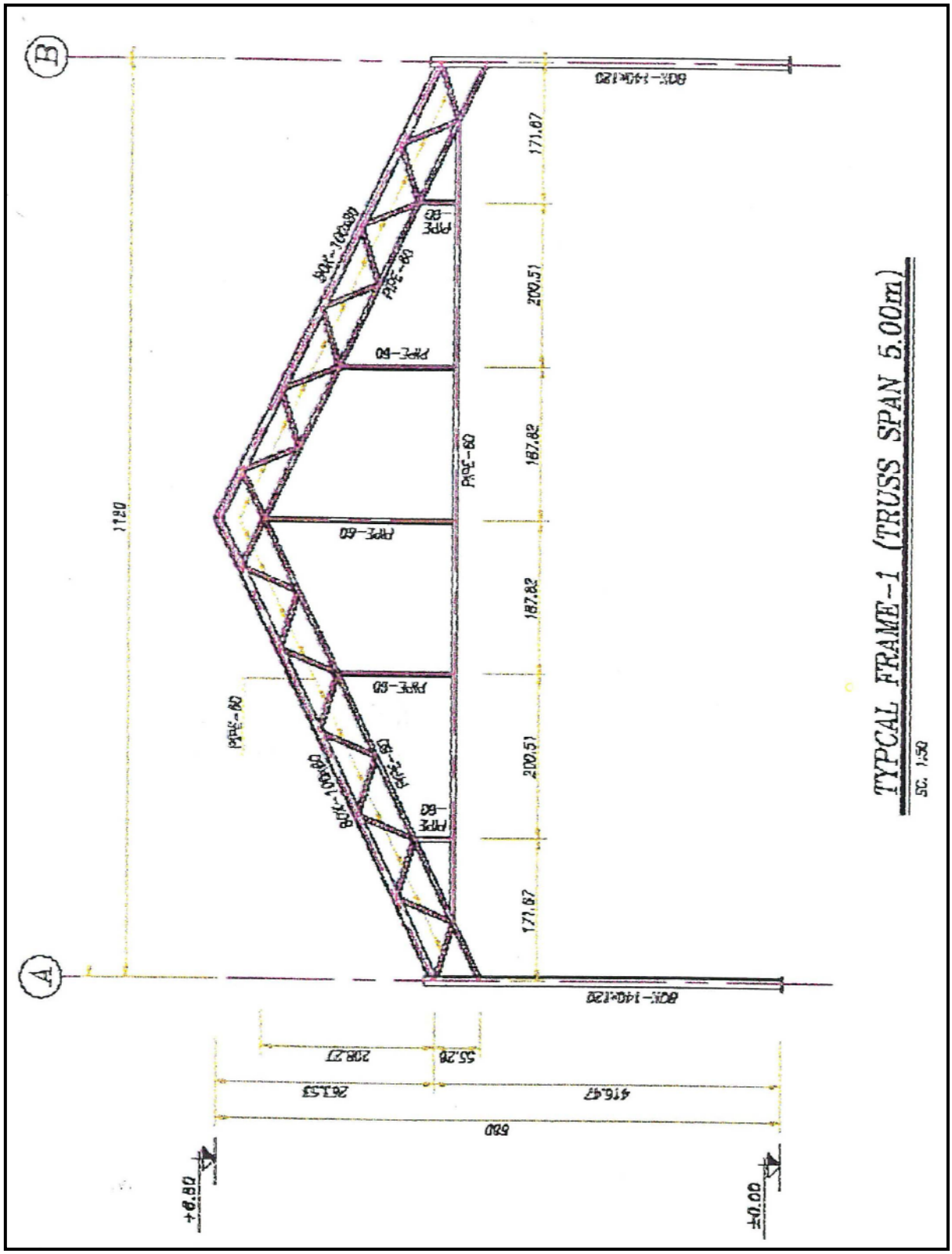
محل مورد نظر در سازه	فشار (Kg/m^2)
وجه عمودی جلویی رو به باد	۸۰
سقف شیب‌دار جلویی رو به باد	۴۰+ و ۷۰-
سقف شیب‌دار عقبی پشت به باد	۷۰-
وجه عمودی عقبی پشت به باد	۵۰-

مقادیر فشار محاسبه‌شده در سطوح مختلف سازه باید در عرض بادگیر مربوطه ضرب گردیده و به صورت یک بار گسترده بر روی مدل سازه اعمال گردد. جدول شماره (۱-۷) مقادیر فشار باد محاسبه‌شده درمنطقه فرضی در روی سقف‌های قوسی‌شکل را مشخص می‌کند.

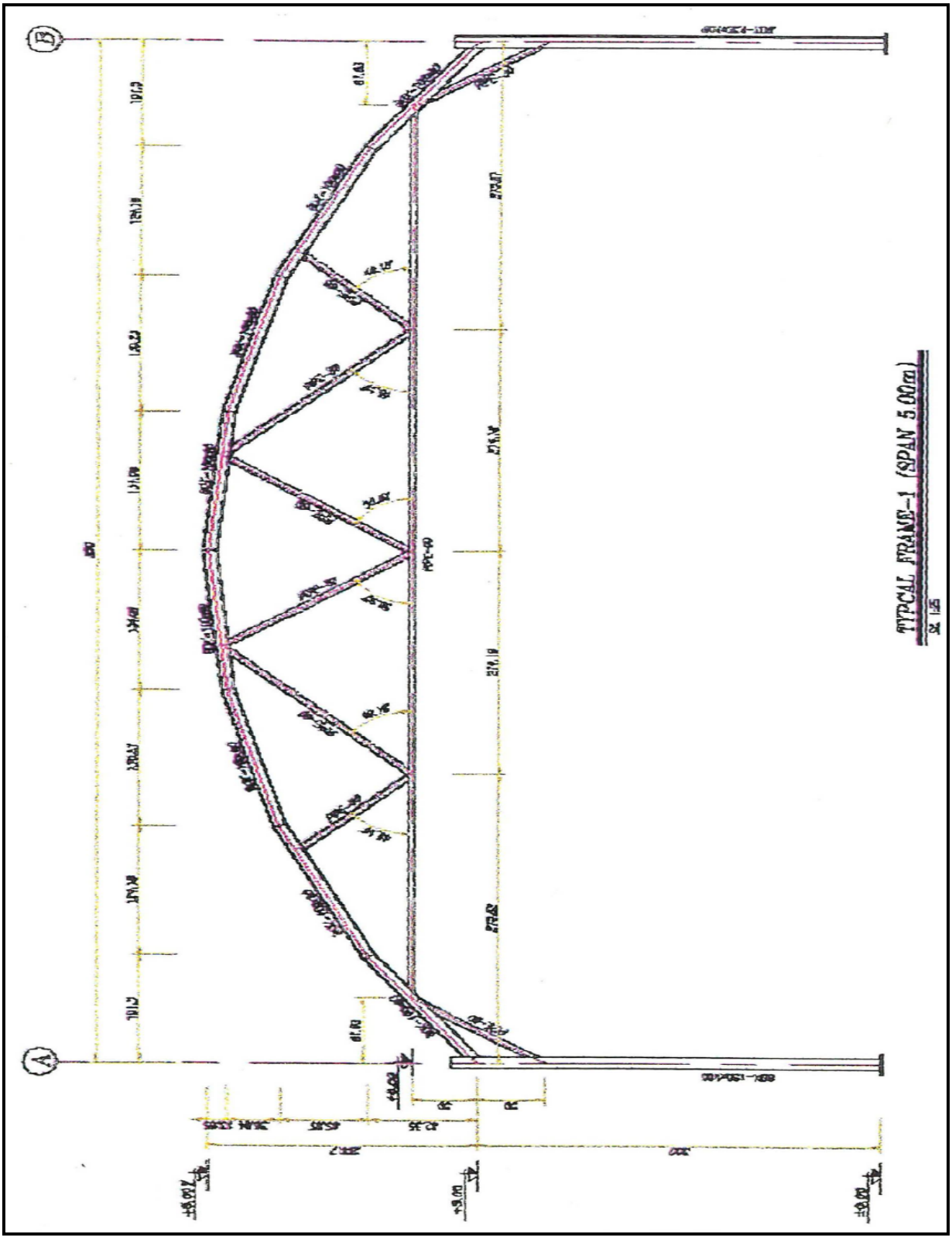
جدول شماره ۱-۷- مقادیر فشار باد محاسبه‌شده برای سقف‌های قوسی در سازه گلخانه

محل مورد نظر در سازه	فشار (Kg/m^2)
وجه عمودی جلویی رو به باد	۴۰
سقف شیب‌دار جلویی رو به باد	۸۰
سقف شیب‌دار عقبی پشت به باد	۷۰-
وجه عمودی عقبی پشت به باد	۵۰-

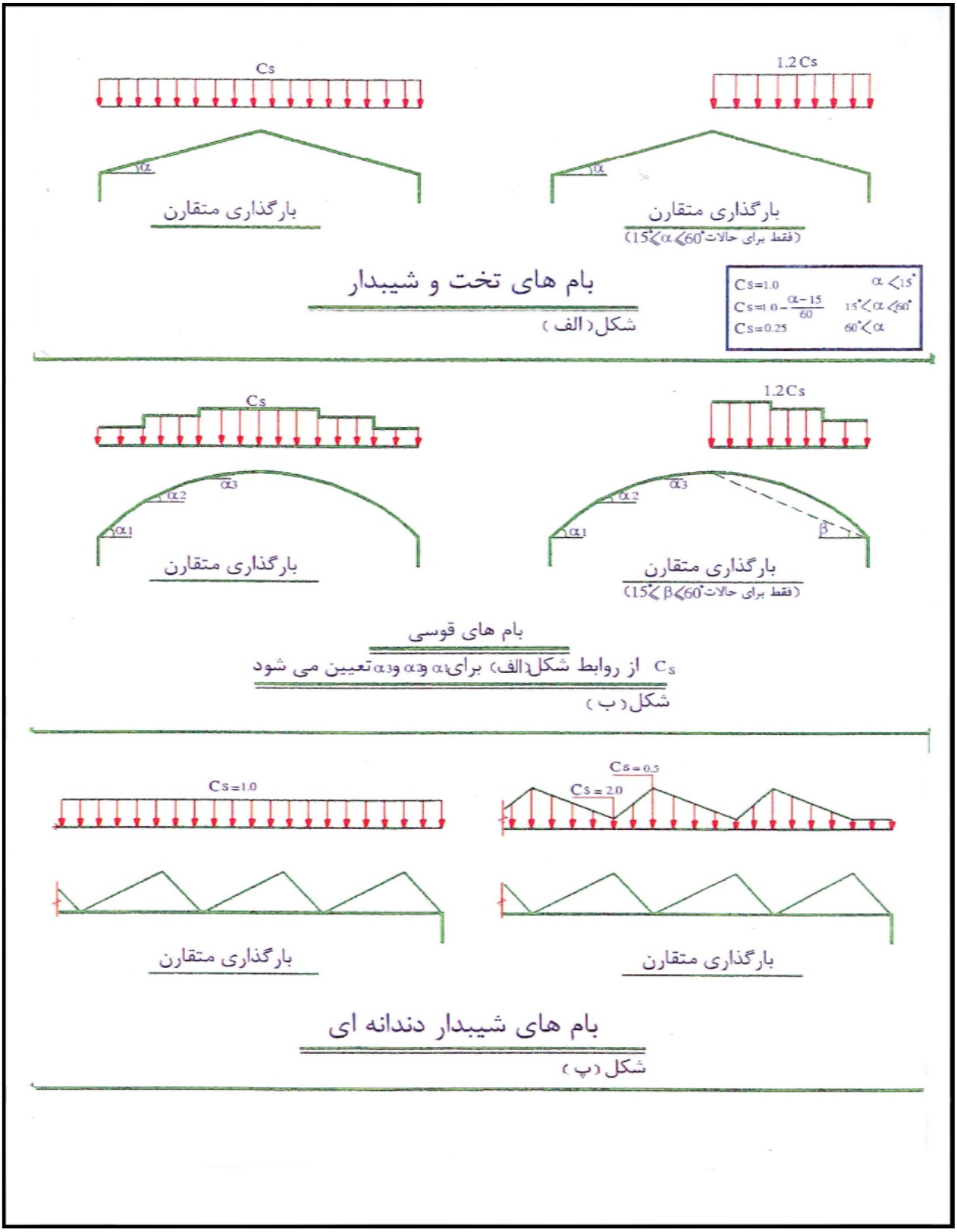
در اشکال شماره (۱-۷) الی (۱-۱۰) استانداردهای مقادیر Ce، Cq نمایش داده شده است.



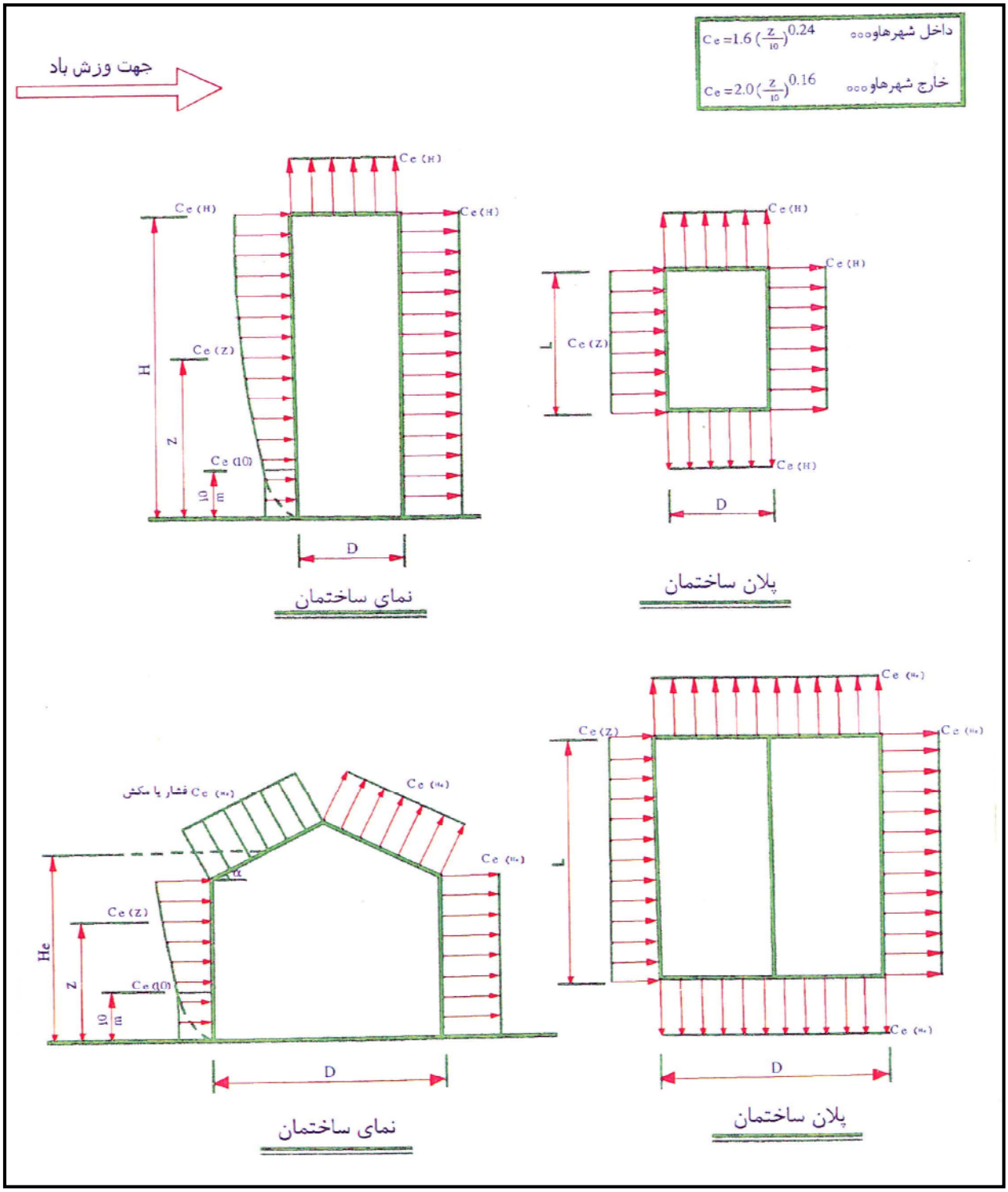
شکل ۱-٦ جزئیات مربوط به نقاب گلخانه سقف شیبدار



ادامه شکل ۱-٦ جزئیات مربوط به نقاب گلخانه سقف شیبدار

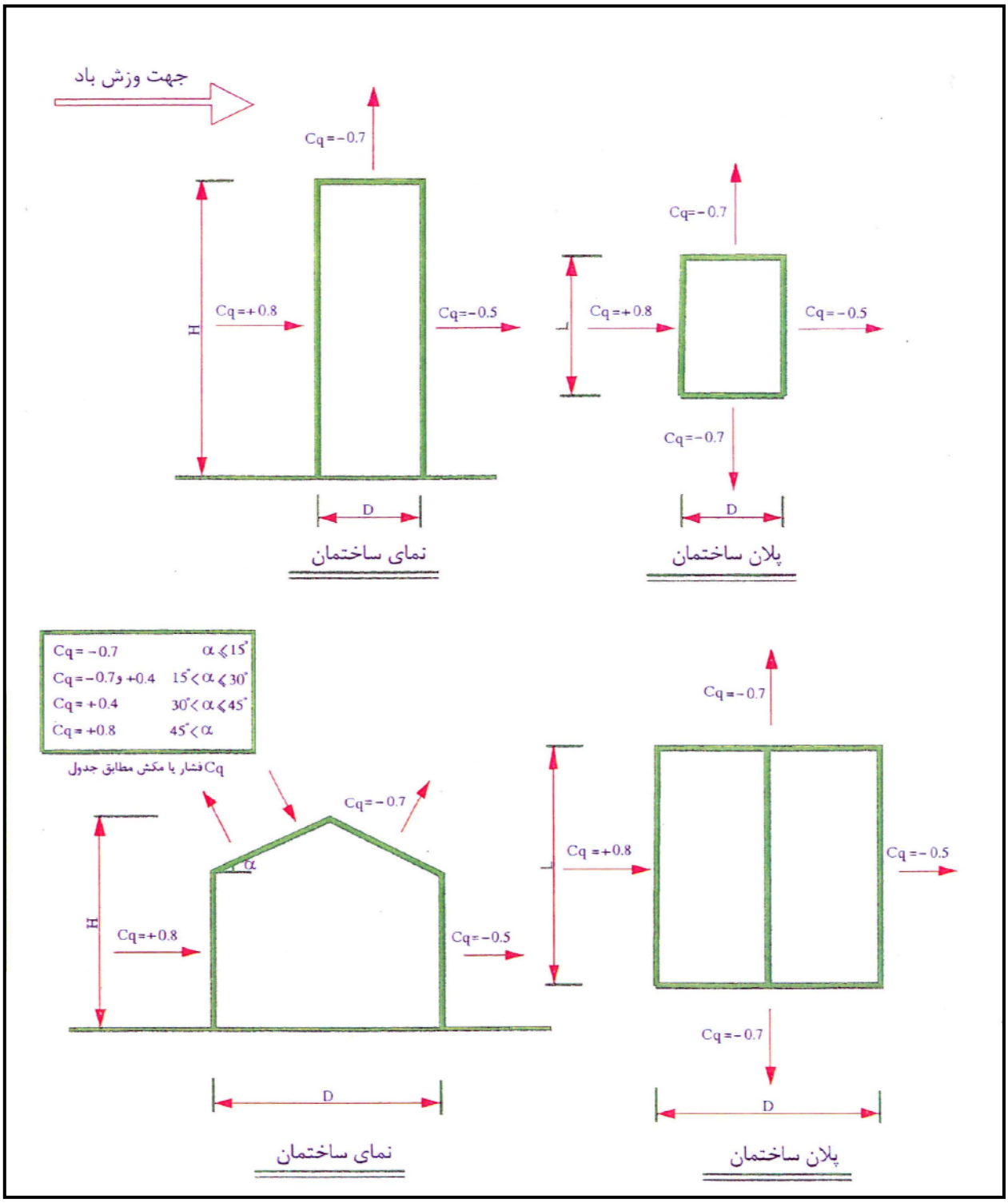


شکل ۱-۷ ضریب Cs برای بار برف روی بام های مختلف



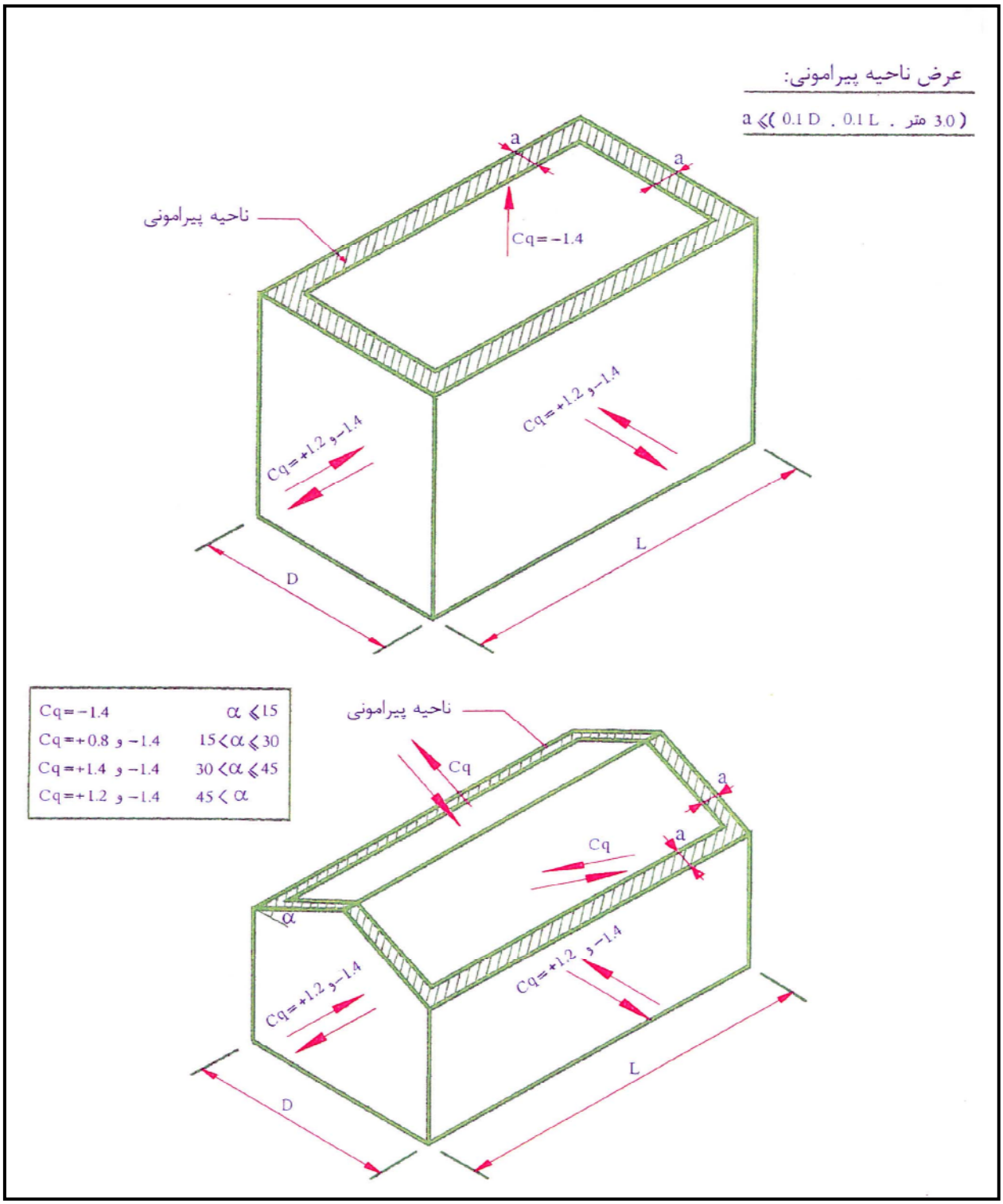
سطوح رو به باد، پشت به باد، موازی باد

شکل ۱-۸ ضریب اثر تغییر سرعت Ce



برای سازه اصلی بار بر جانبی ساختمان

شکل ۱-۹ ضریب شکل Cq



برای دیوارها، پوشش بامها و عناصر سازه ای نگهدارنده آنها

شکل ۱-۱۰ ضریب شکل Cq

۱-۳-۱-٤- بار برف (Snow Load)

بار برف، بنا به تعریف، وزن لایه برفی است که بر اساس آمار موجود در منطقه احتمال تجاوز از آن در سال کمتر از ۲ درصد (دوره بازگشت ۵۰ سال) باشد. مقدار بار برف مبنا (Ps) با استفاده از شکل ارایه شده در آئین‌نامه ۵۱۹ ایران برابر ۱۵۰ Kg/m^2 در نظر گرفته می‌شود. بار برف بر روی بامها، (Pr) را باید با توجه به زاویه شیب بام برای هر متر مربع تصویر افقی سطح آن، از رابطه زیر تعیین نمود:

$$Pr= Cs.Ps \qquad (۸)$$

که در آن (Ps) بار برف مبنا و (Cs) ضریب اثر شیب است که برای بامهای مسطح و شیب‌دار، بامهای شیب‌دار دندانه‌ای و بامهای قوسی بر اساس ضوابط آئین‌نامه ۵۱۹ ایران تعیین می‌گردد. برای سقف‌های قوسی مقدار ضریب (Cs) باید در سه نقطه از قوس سقف محاسبه شود و به صورت جداگانه در هر قسمت وارد گردد. جدول شماره (۱-۸) مقادیر (Cs) و (Pr) محاسبه‌شده برای هر دو نوع سقف مورد استفاده را مشخص می‌کند.

مثال:

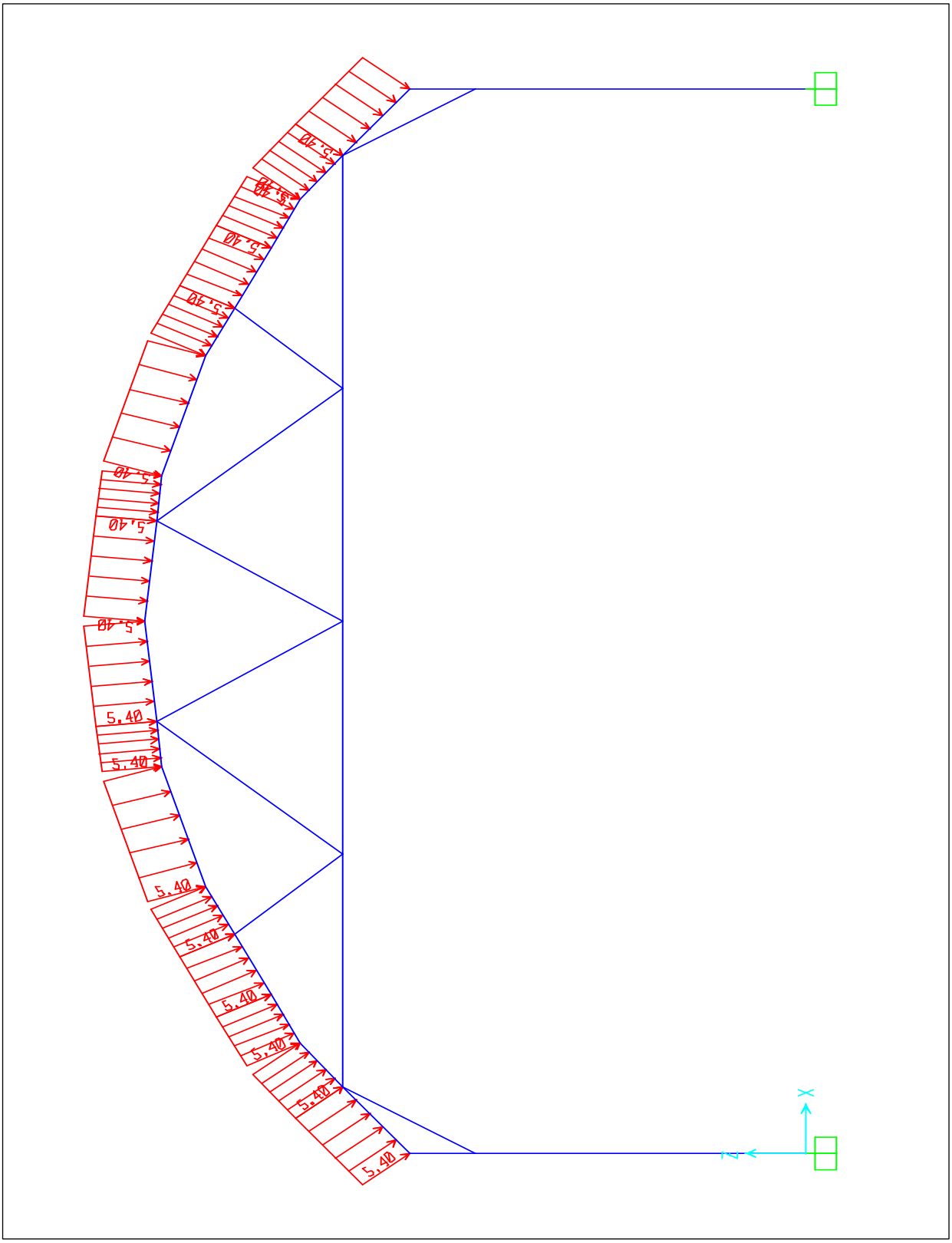
جدول شماره ۱-۸- مقادیر (Cs) و (Pr) محاسباتی برای سقف‌های با شیب و قوسی

نوع سقف	محل مورد نظر در سازه	ضریب اثر شیب (Cs)	مقدار بار برف محاسباتی (Pr) (Kg/m^2)	ملاحظات
شیب‌دار	تمامی سطح شیب	۰/۸۳	۱۲۵	
قوسی	۱/۳ ابتدایی	۰/۶	۹۰	توزیع طبق آئین‌نامه ۵۱۸ ایران
	۱/۳ میانی	۰/۹۶	۱۴۴	توزیع طبق آئین‌نامه ۵۱۸ ایران
	۱/۳ انتهایی	۱	۱۵۰	توزیع طبق آئین‌نامه ۵۱۸ ایران

در مثال بالا ضریب اثر برف برابر $۱۲۵ \, kg/m^2$ درنظر گرفته شده است.

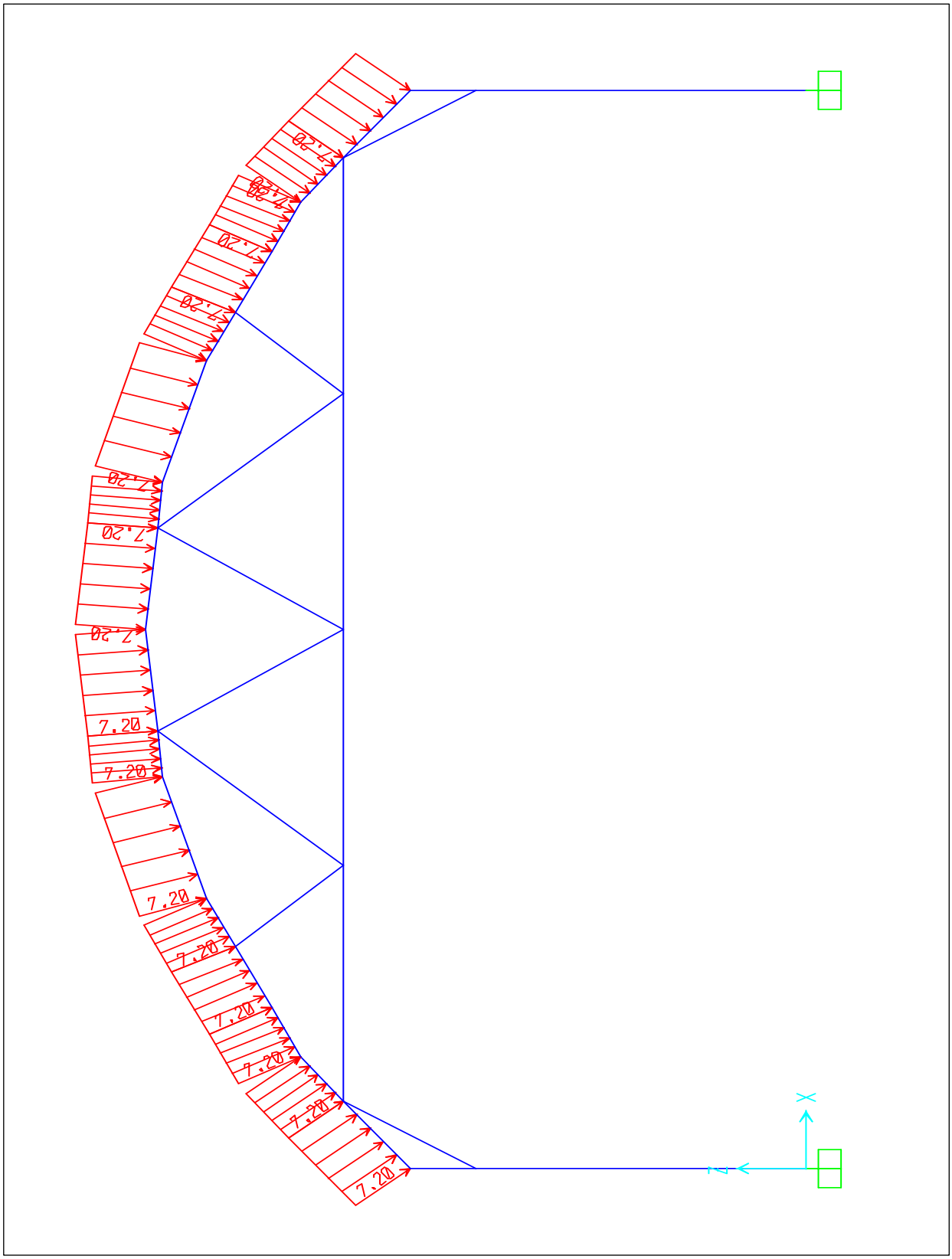
۱-۳-۱-۵- نحوه اعمال بارهای وارده بر روی سازه

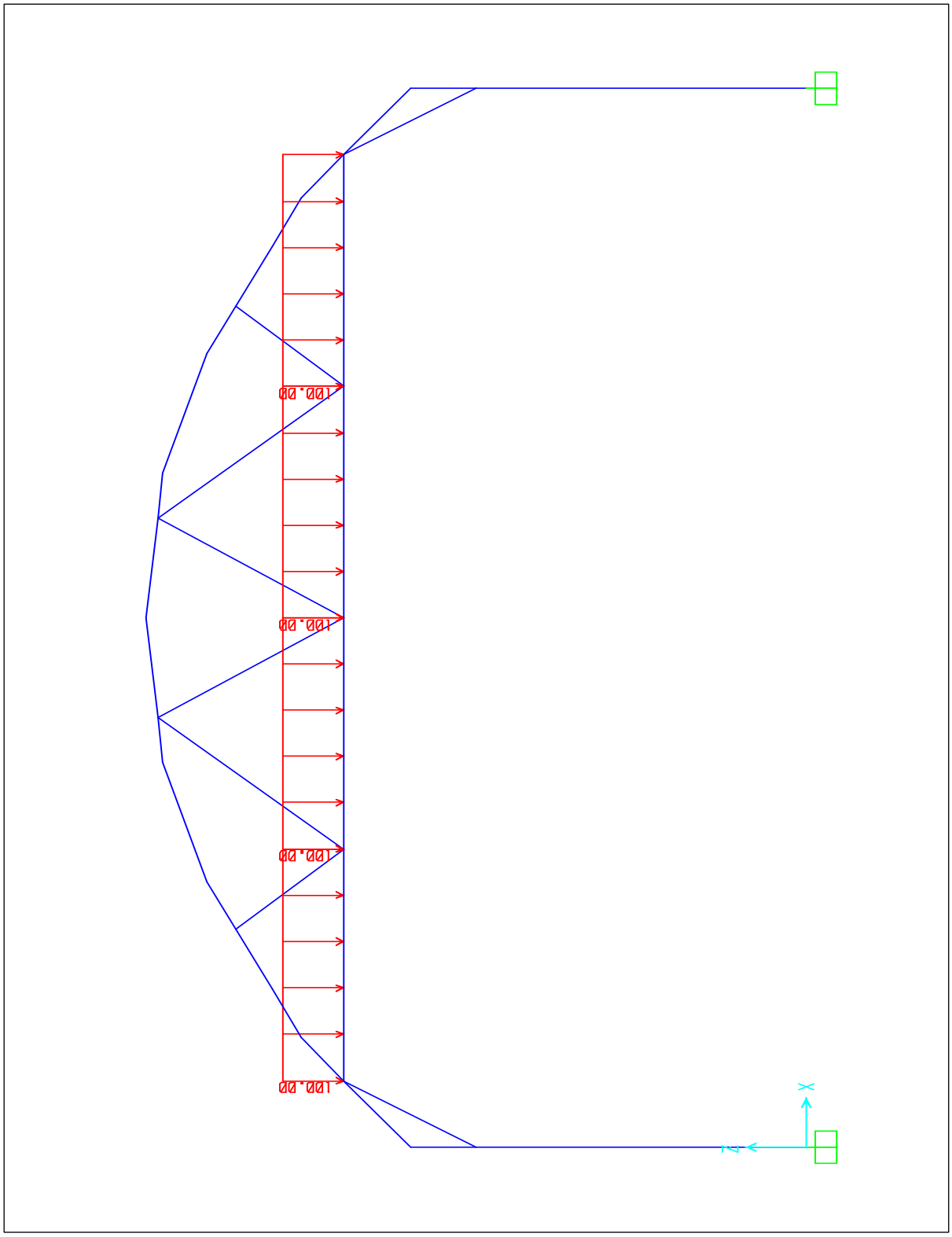
با توجه به مطالب ذکر شده، مقادیر بارهای مرده، زنده، باد و برف محاسبه شده است. این بارها را باید با در نظرگرفتن اندازه سطح بارگیر قابهای مورد نظر در سازه وارد نمود. روش استفاده شده در این بخش، اعمال سطح بارگیر برای قابها می‌باشد. به این معنی که بار مرده، زنده و بار برف وارده از تیر سقف به روی قابها به صورت جداگانه با توجه به موقعیت آنها اعمال خواهد شد. اشکال شماره (۱-۱۱) الی (۱-۲۶) مقطع عرضی قابهای سازه‌های گلخانه را در حالت شیب‌دار و قوسی به همراه بارهای مرده، زنده باد و برف اعمال‌شده بر روی این قابها نشان می‌دهد. علاوه‌بر آن بارهای مربوط به وزن محصولات که از سقف آویزان خواهد شد، نیز در روی این اشکال مشخص گردیده است.



(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

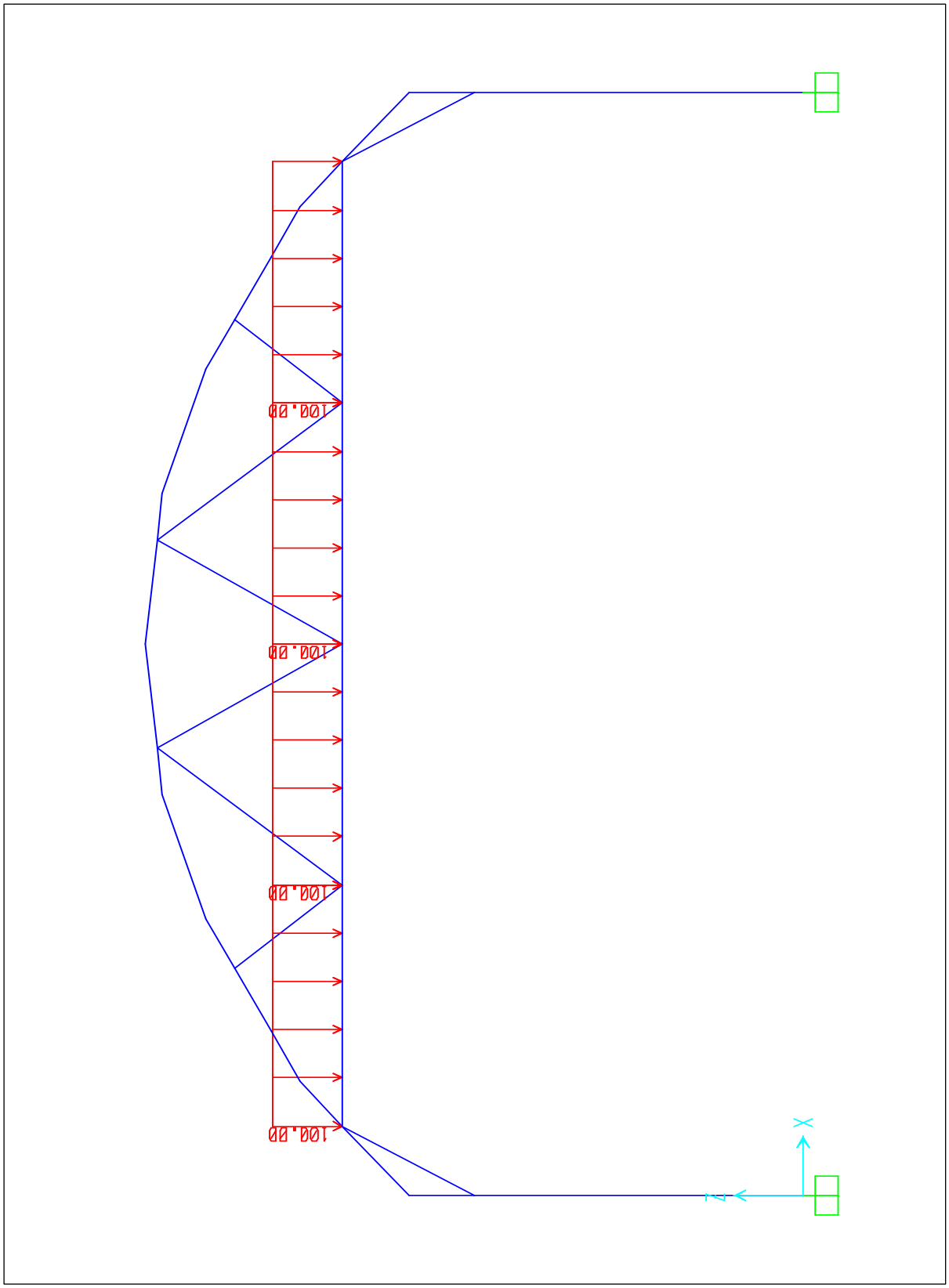
شکل۱-۱۱ نحوه اعمال بارهای مرده وارده به قابهای ابتدایی درگلخانه با سقف قوسی


7.20
7.20
7.20



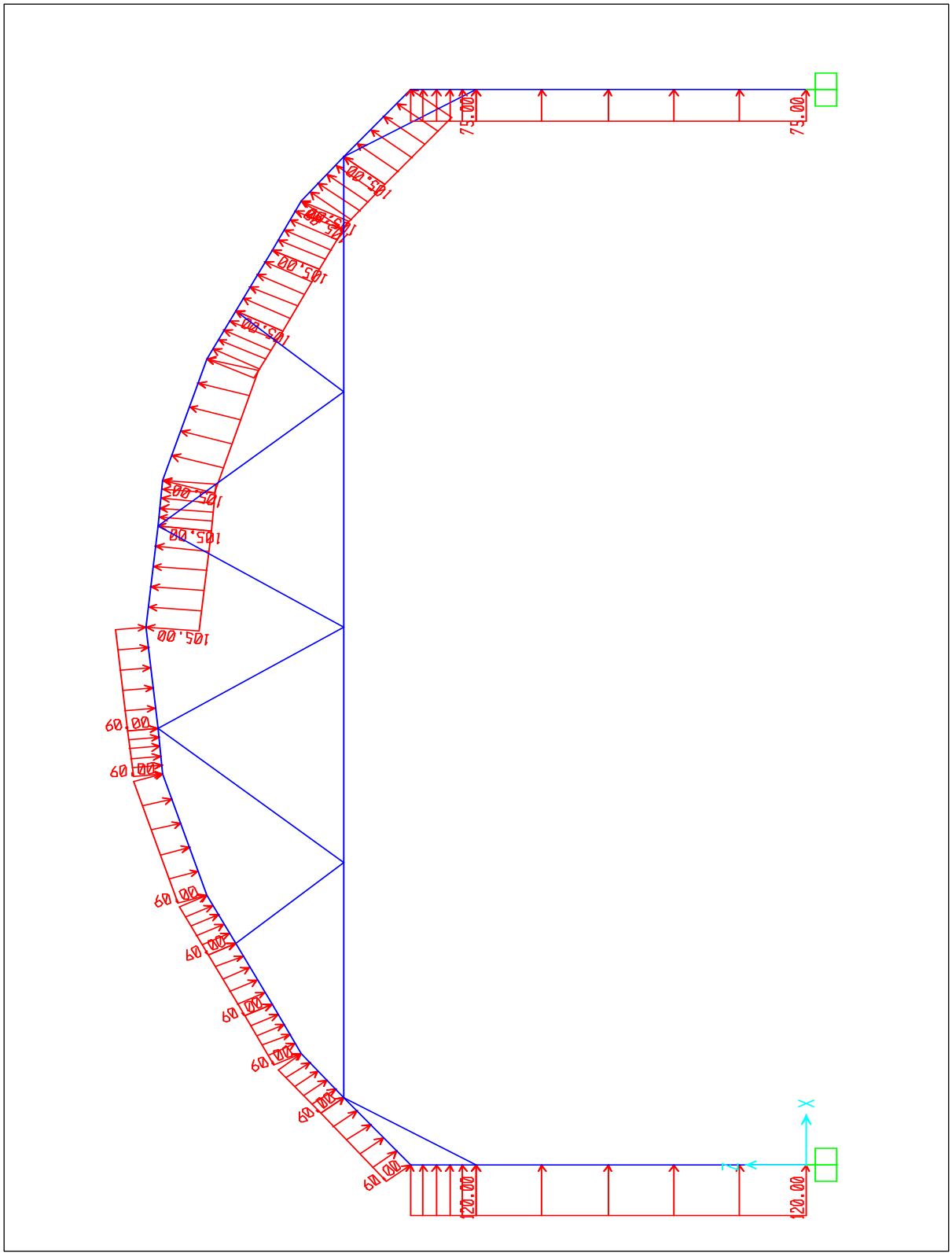
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل ۱-۱۲ نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای ابتدایی در گلخانه با سقف قوسی



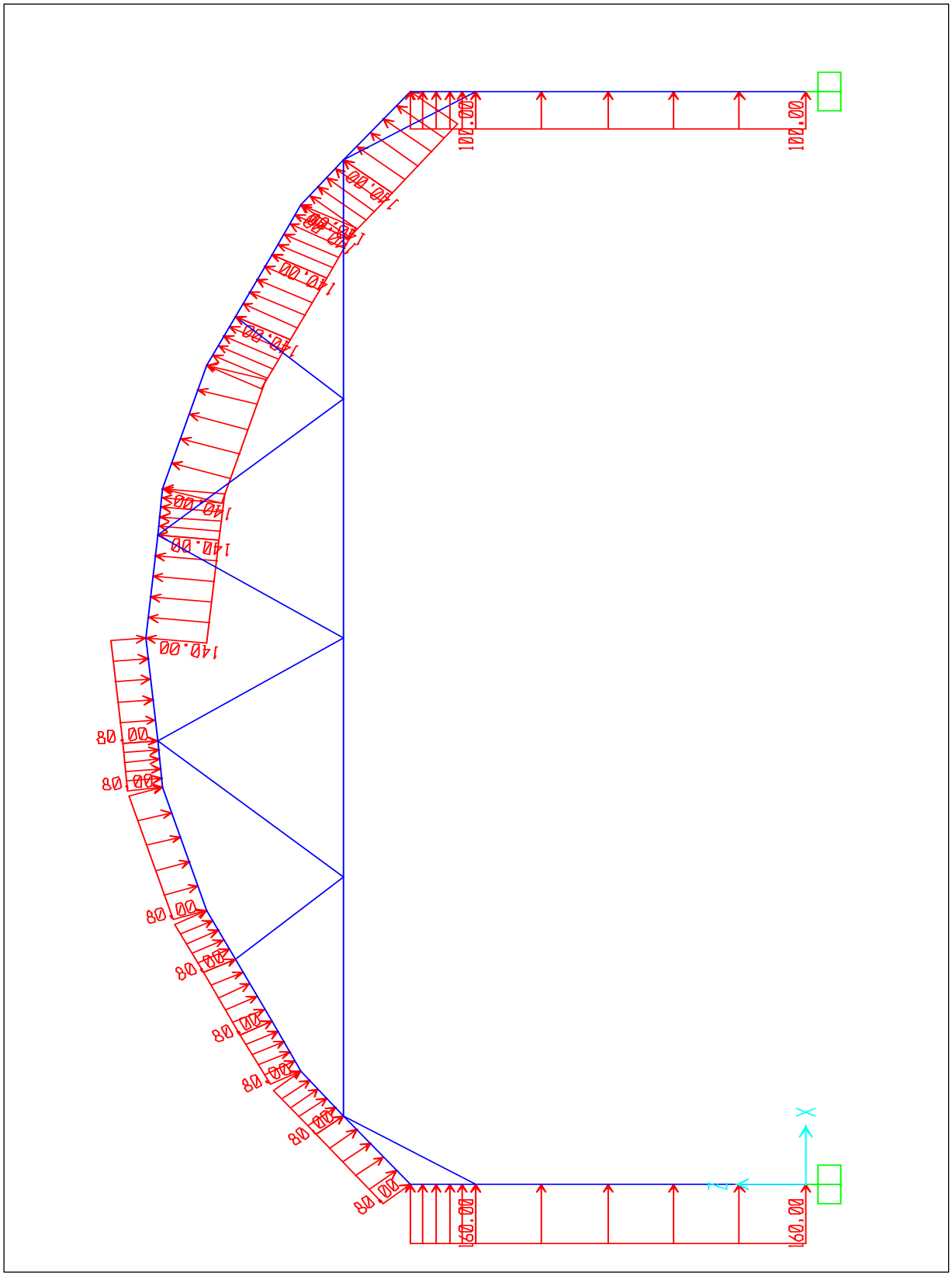
(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل ۱-۱۲ نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای ابتدایی در گلخانه با سقف قوسی



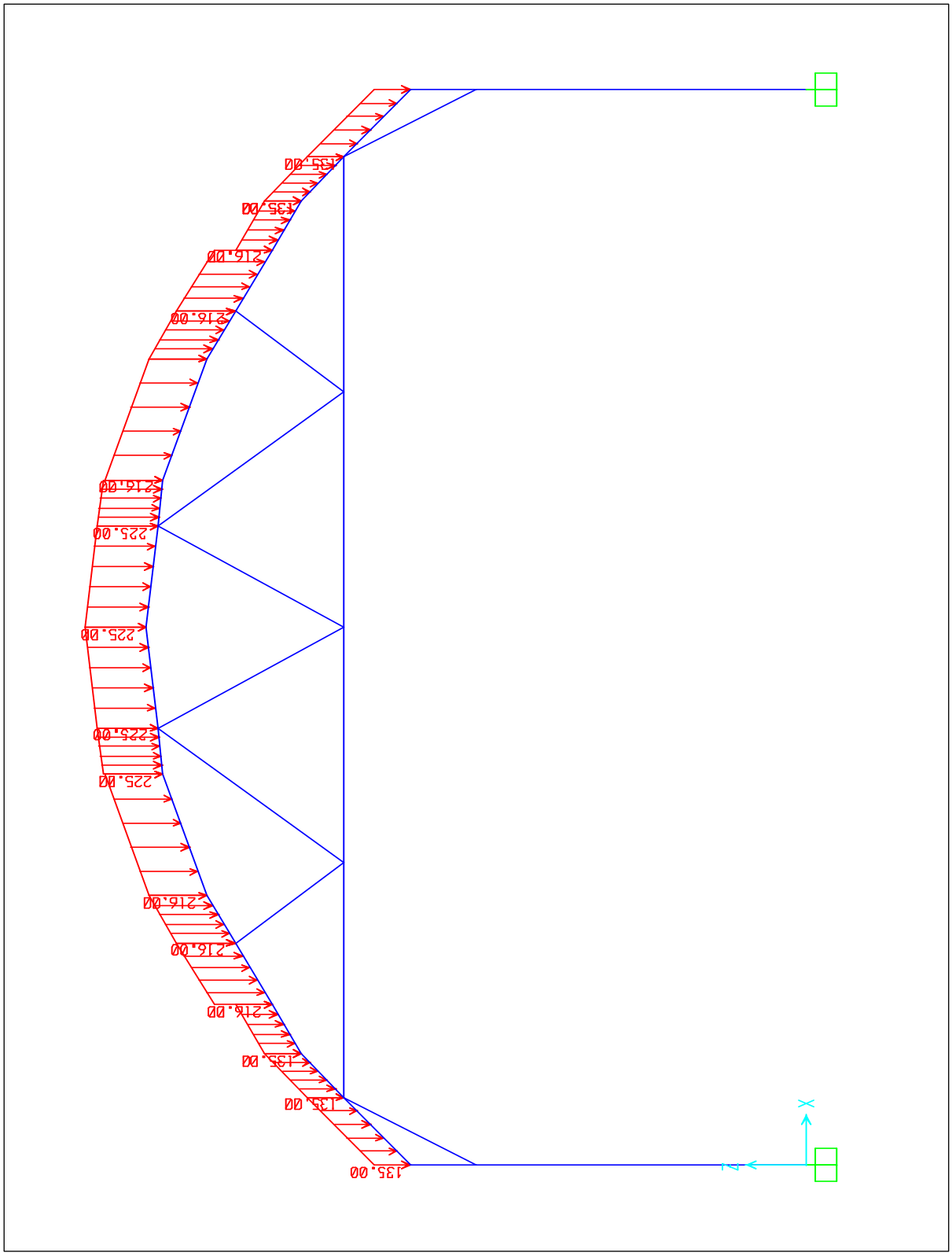
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل ۱-۱۳ نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای ابتدایی در گلخانه با سقف قوسی



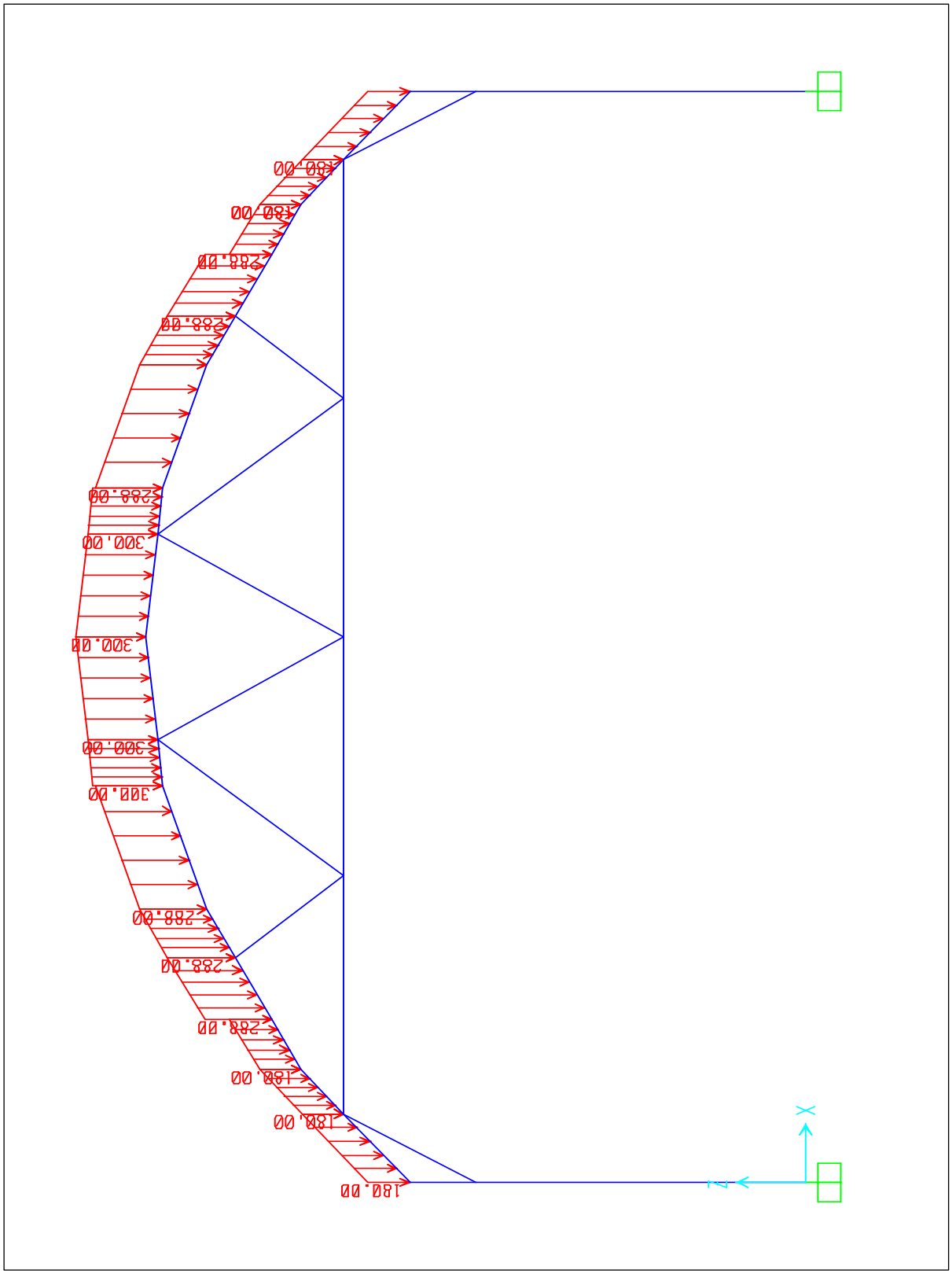
(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل ۱-۱۳ نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای ابتدایی در گلخانه با سقف قوسی



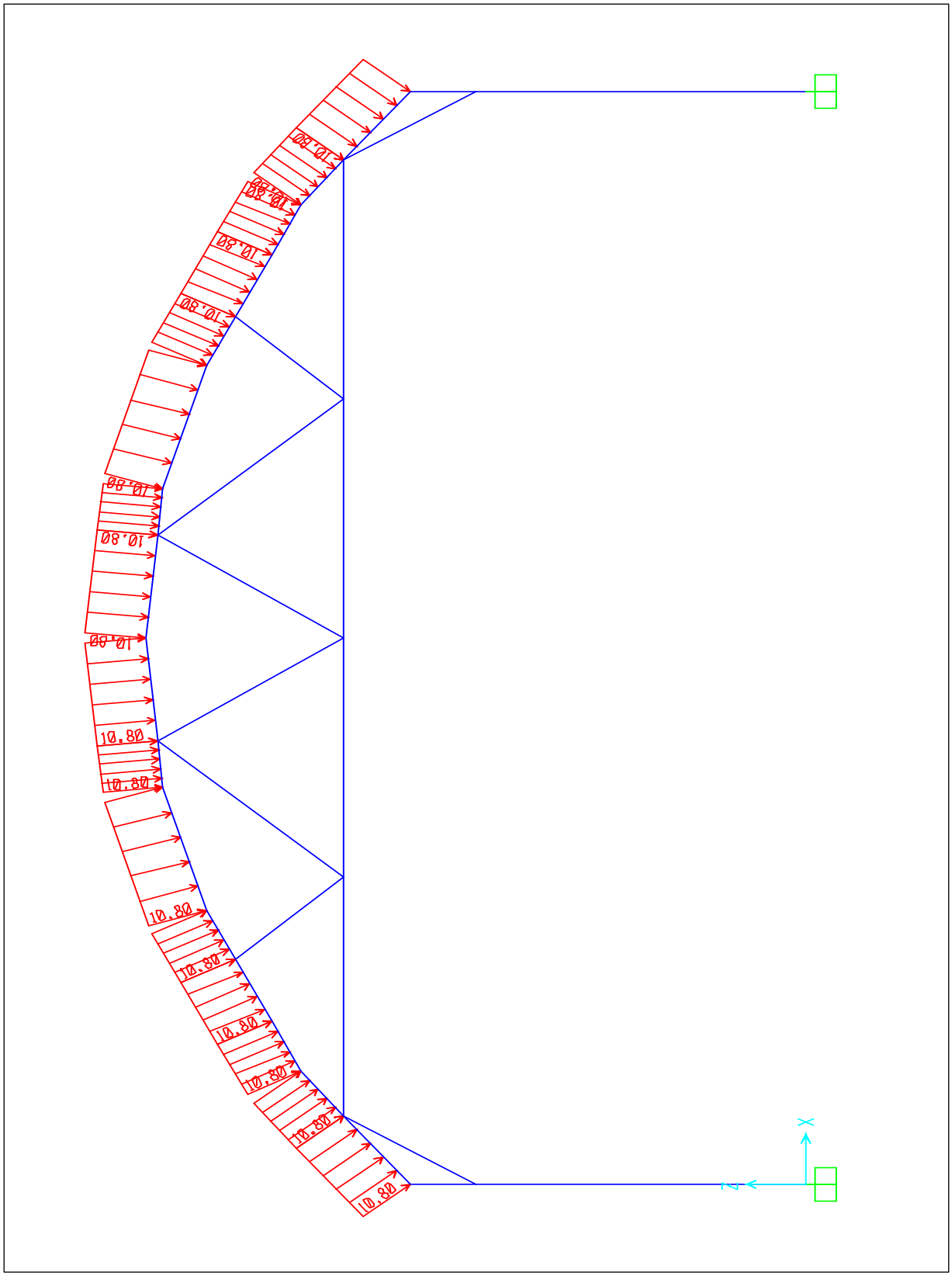
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل۱-۱٤ نحوه اعمال بارهای برف وارده به قابهای ابتدائی در گلخانه با سقف قوسی



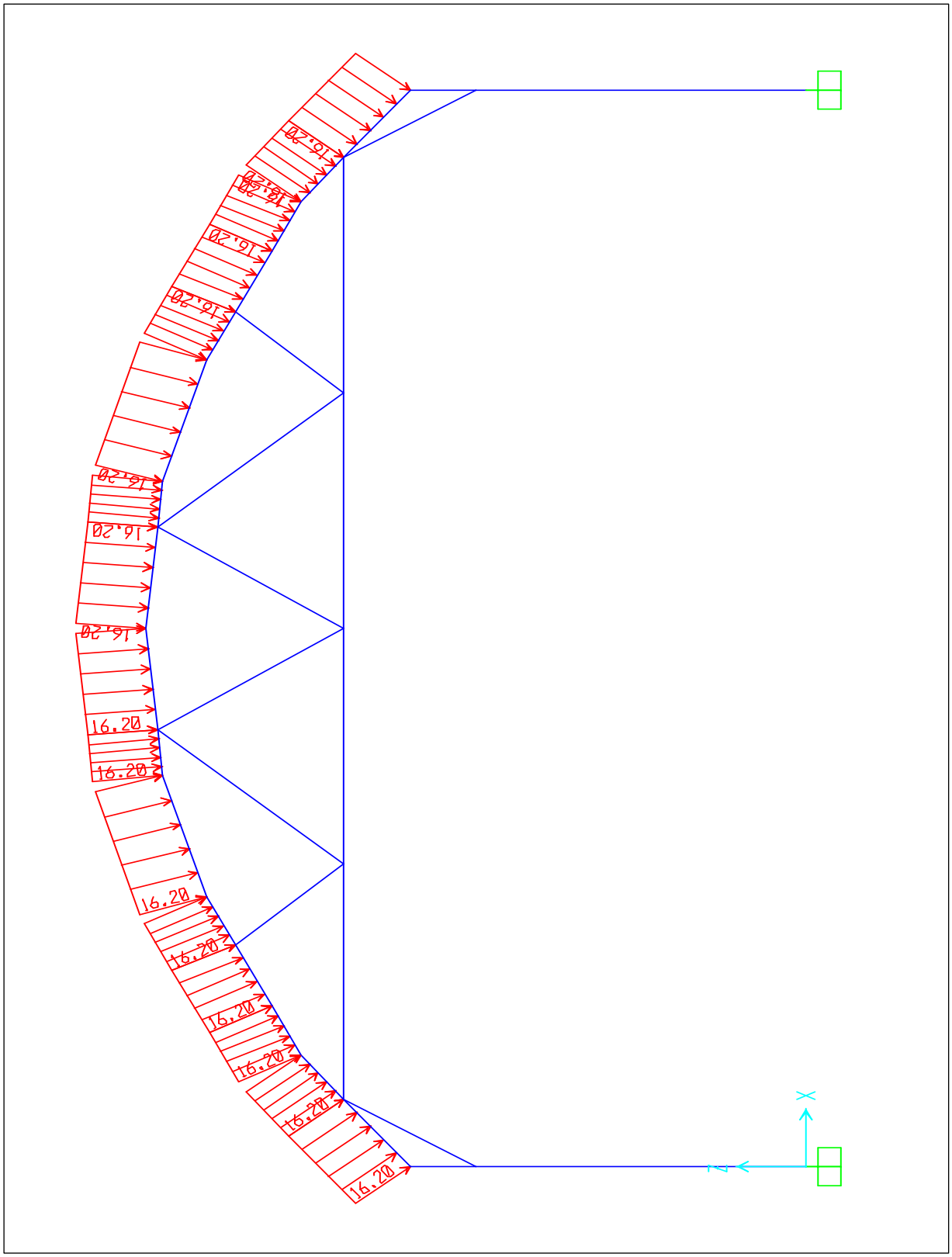
(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل۱-١٤ نحوه اعمال بارهای برف وارده به قابهای ابتدائی در گلخانه با سقف قوسی



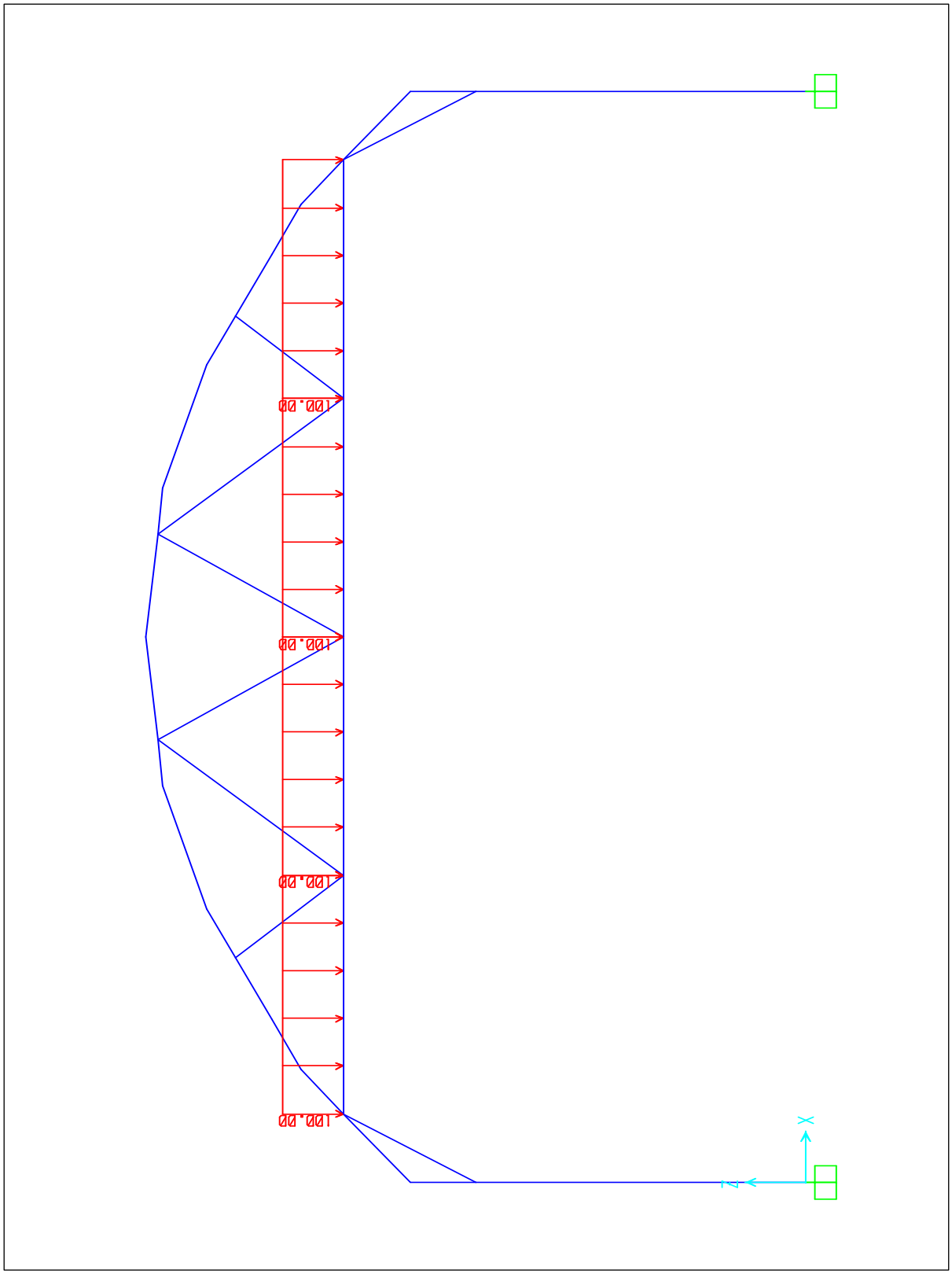
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل۱-۱۵نحوه اعمال بارهای مرده وارده به قابهای میانی در گلخانه با سقف قوسی



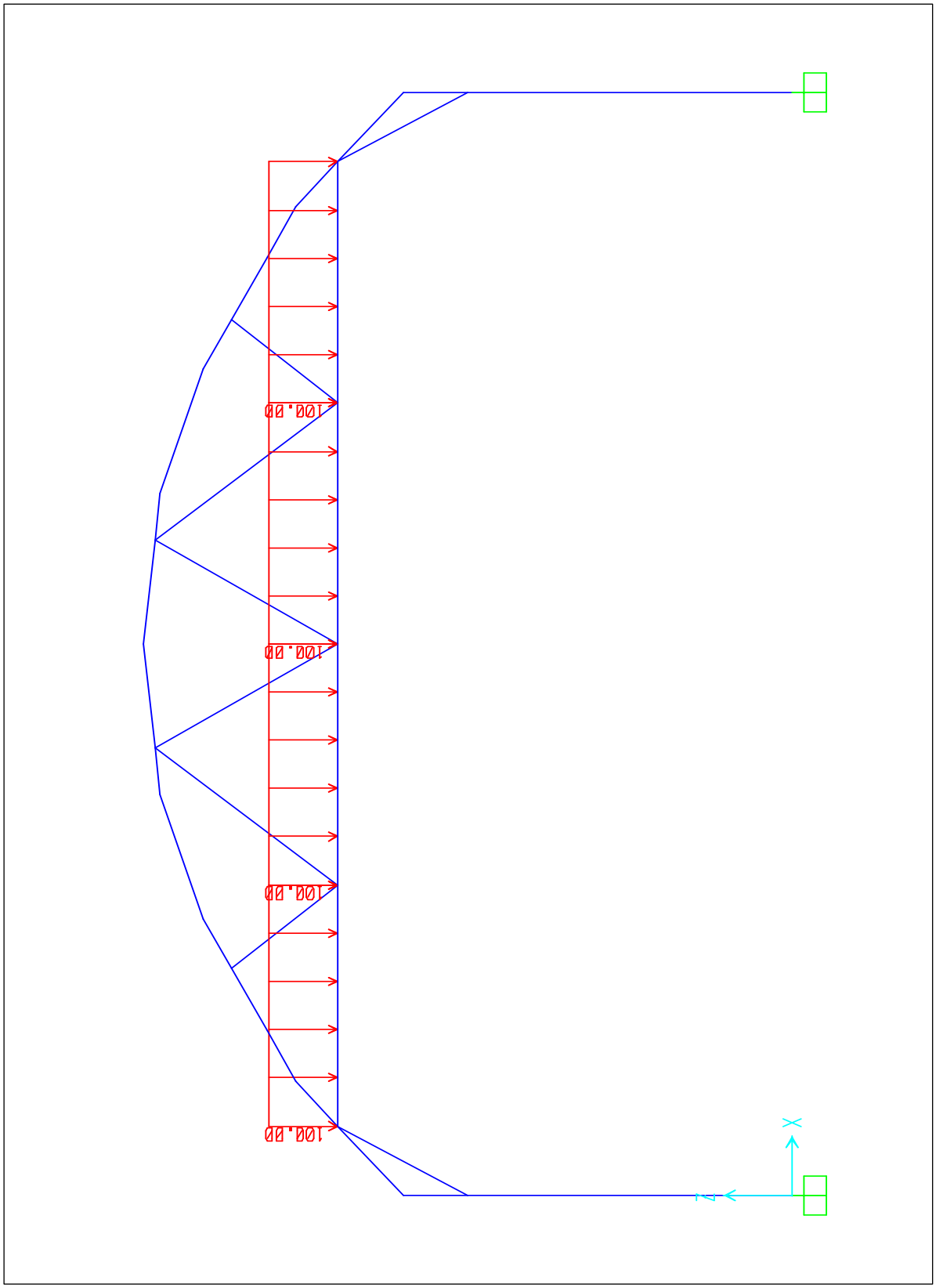
(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل ۱-۱۵ نحوه اعمال بارهای مرده وارده به قابهای میانی در گلخانه با سقف قوسی



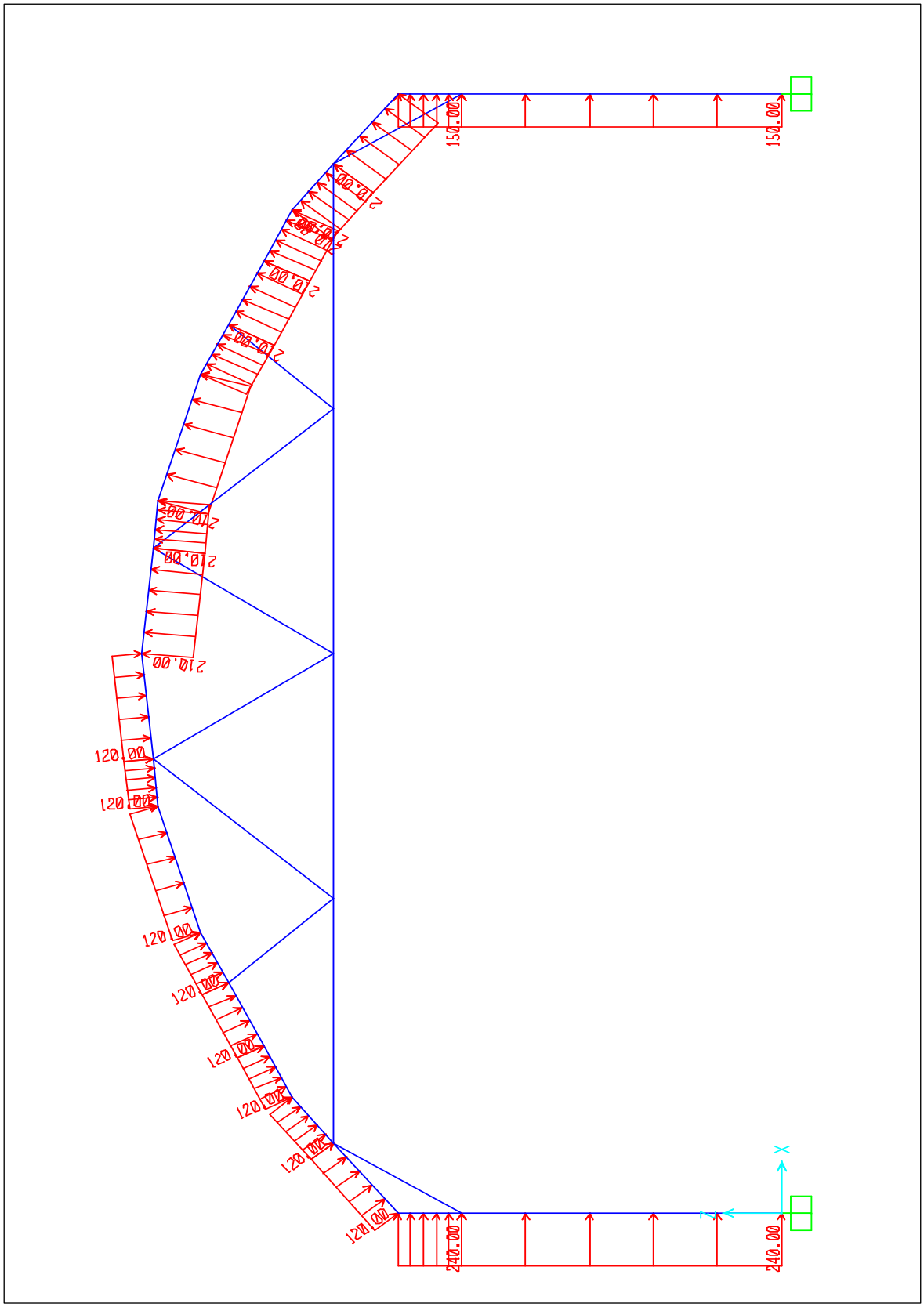
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل۱-۱٦ نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای میانی در گلخانه با سقف قوسی



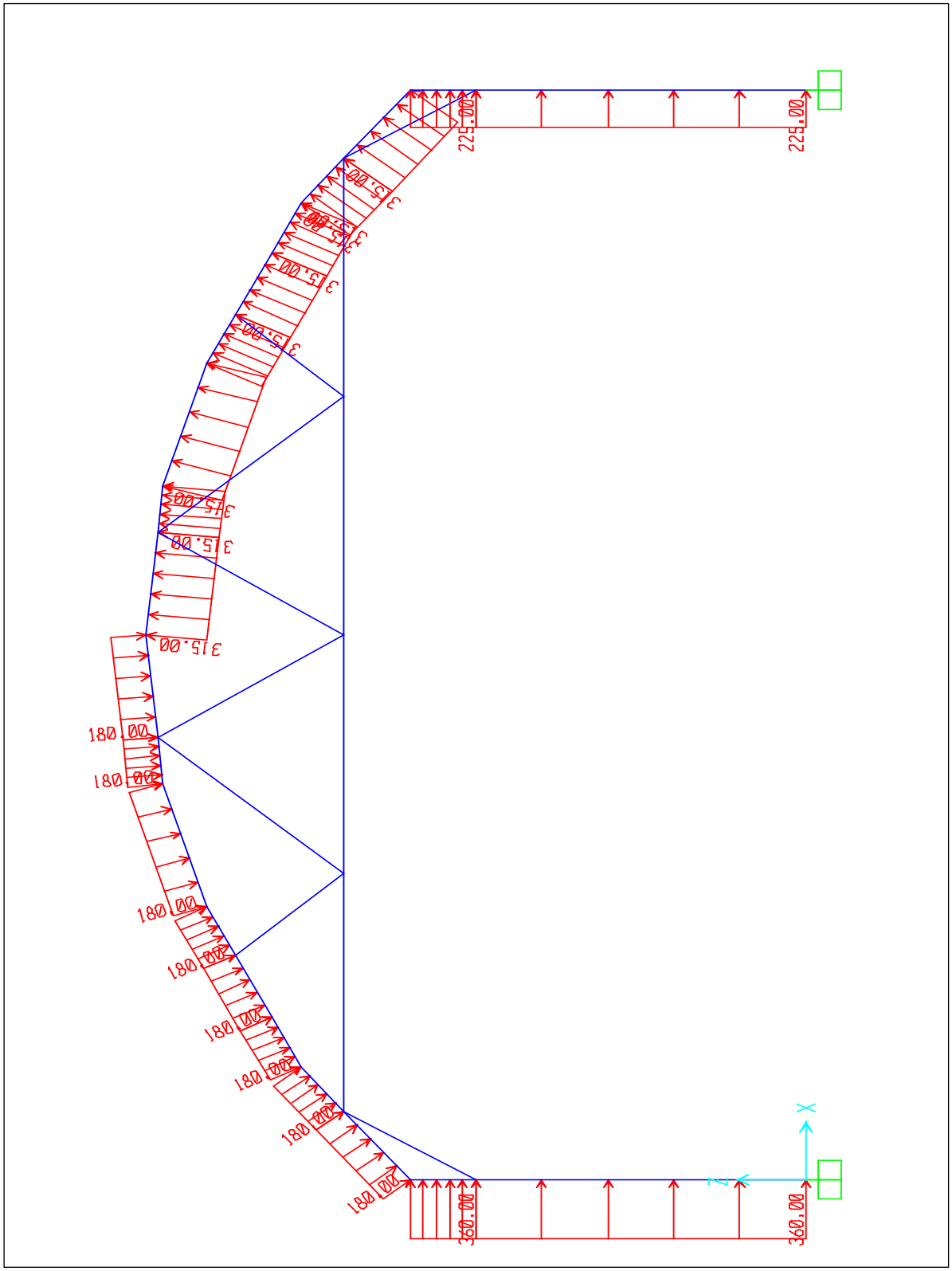
(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل ۱-۱٦ نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای میانی در گلخانه با سقف قوسی



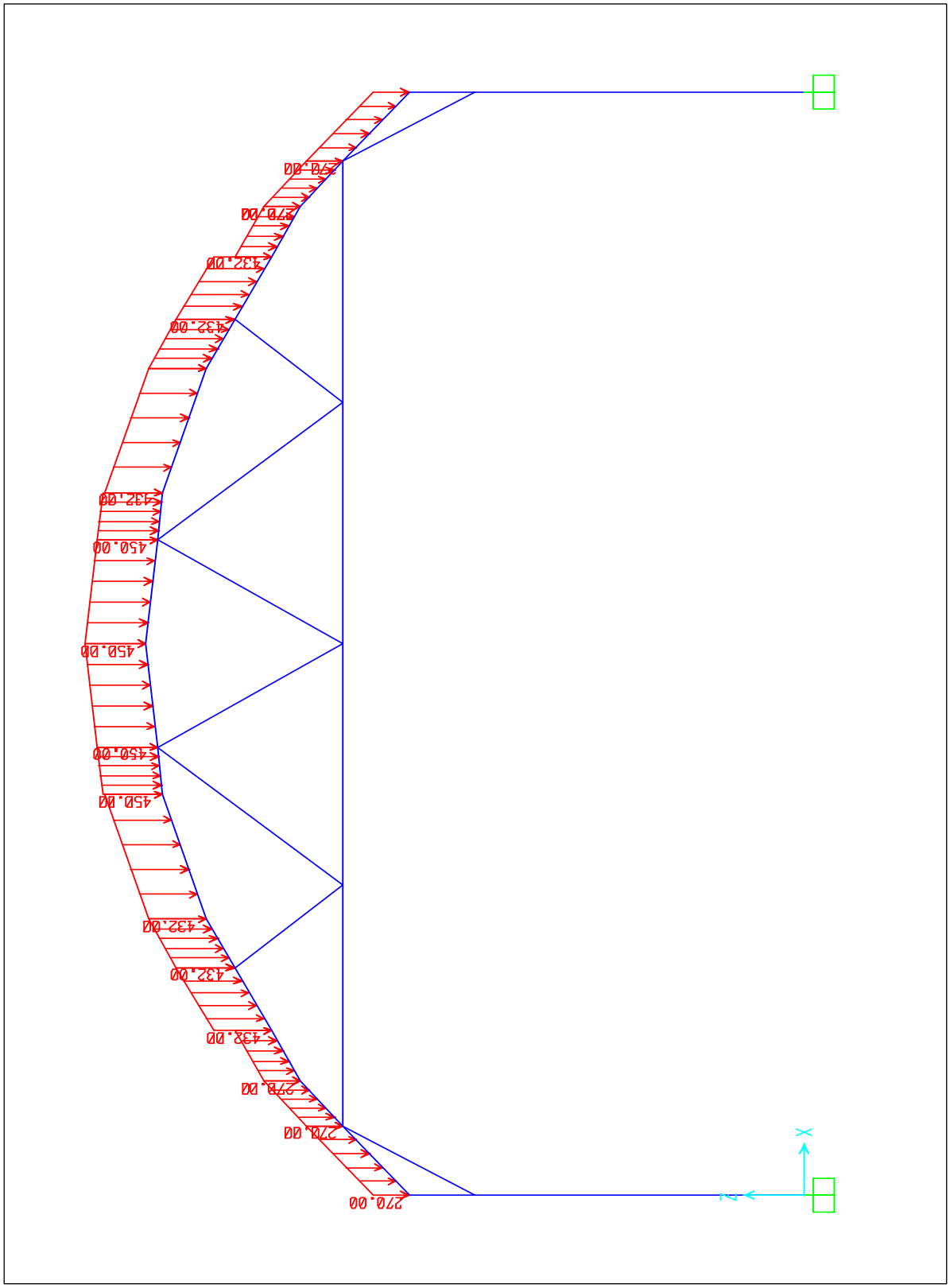
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل ۱-۱۷ نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای میانی در گلخانه با سقف قوسی



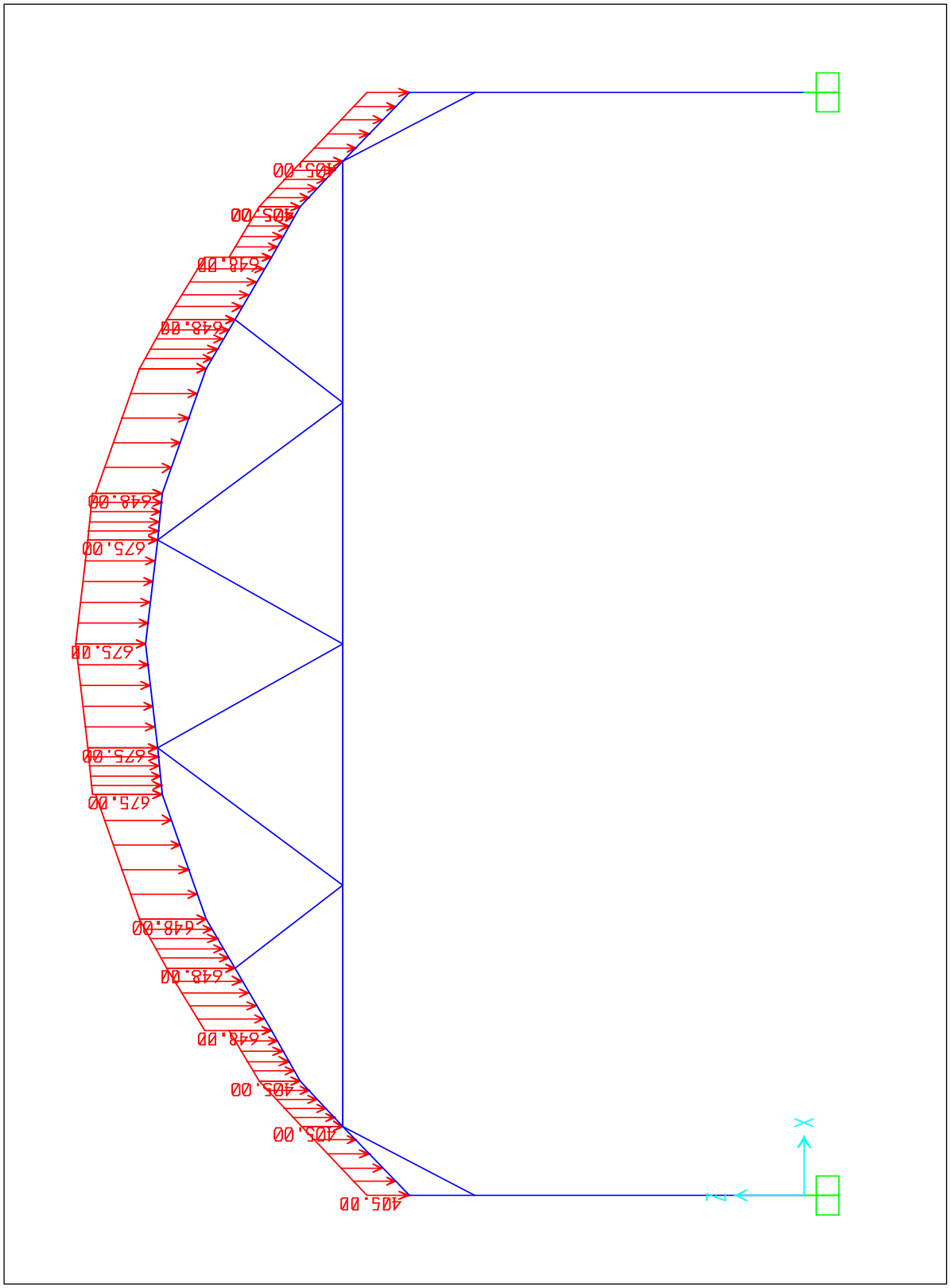
(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل ۱-۱۷ نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای میانی در گلخانه با سقف قوسی



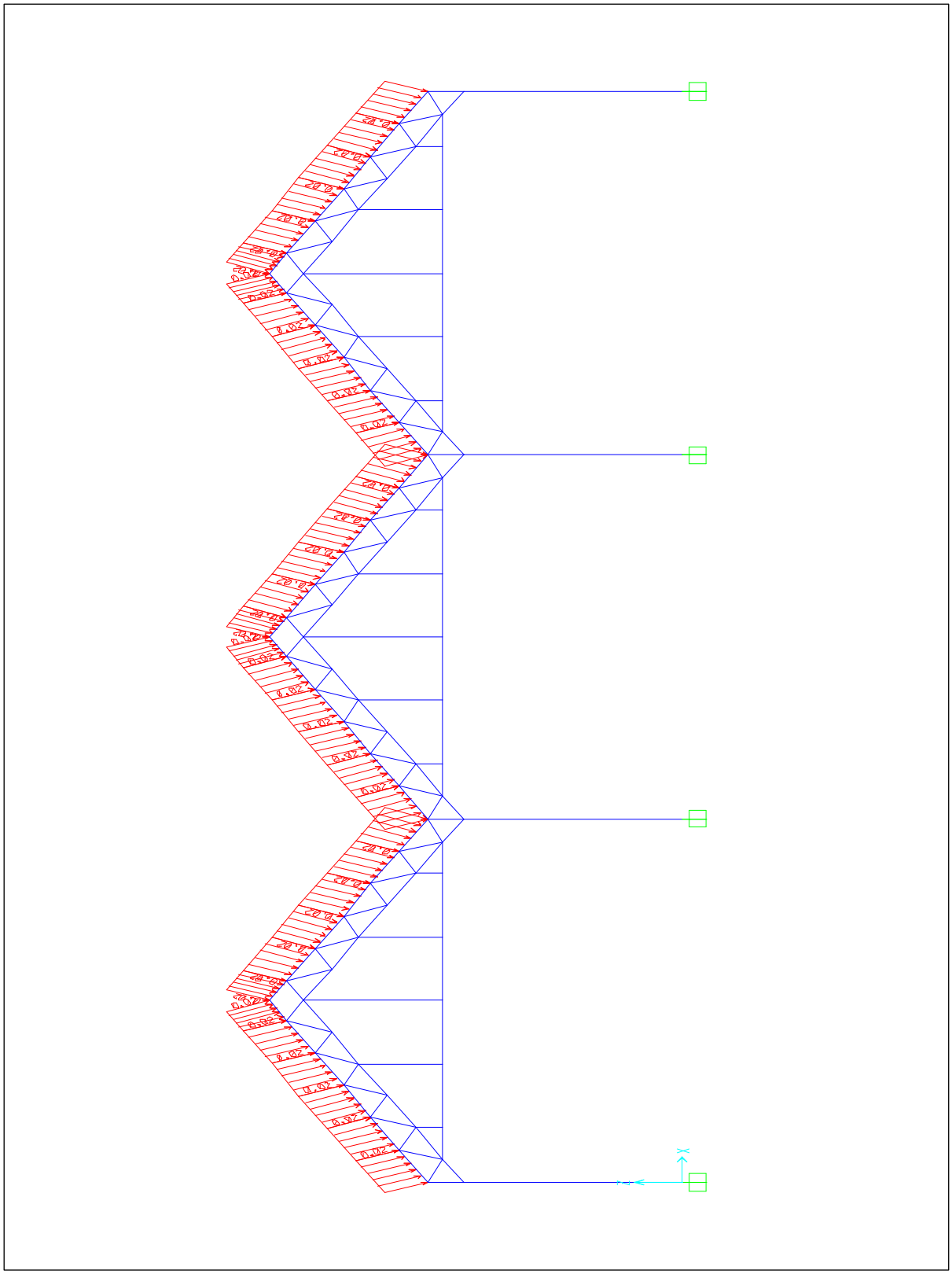
(الف) - فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل۱-۱۸ نحوه اعمال بارهای برف وارده به قابهای میانی در گلخانه با سقف قوسی



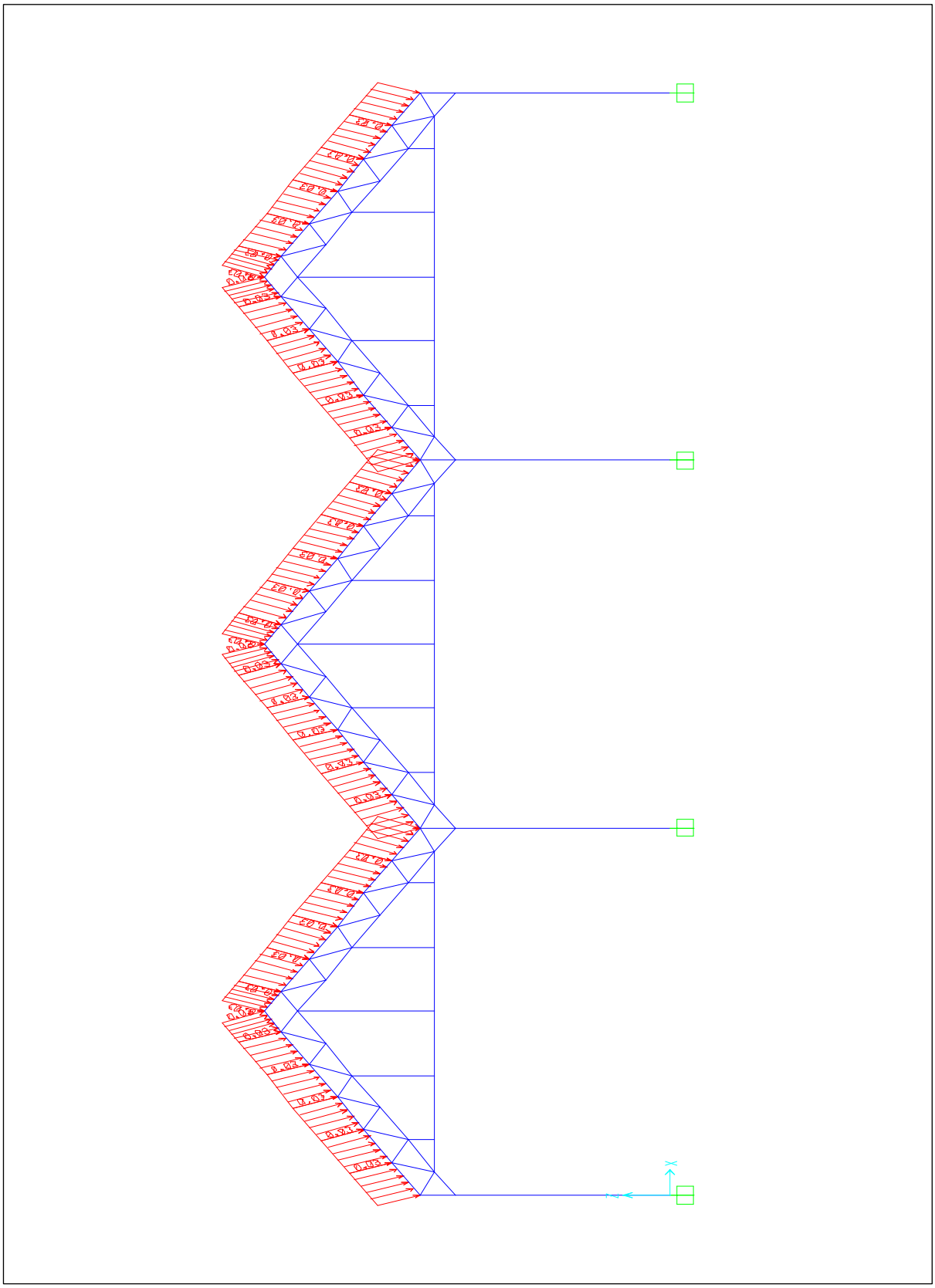
(ب) – فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل ۱–۱۸ نحوه اعمال بارهای برف وارده به قابهای میانی در گلخانه با سقف قوسی



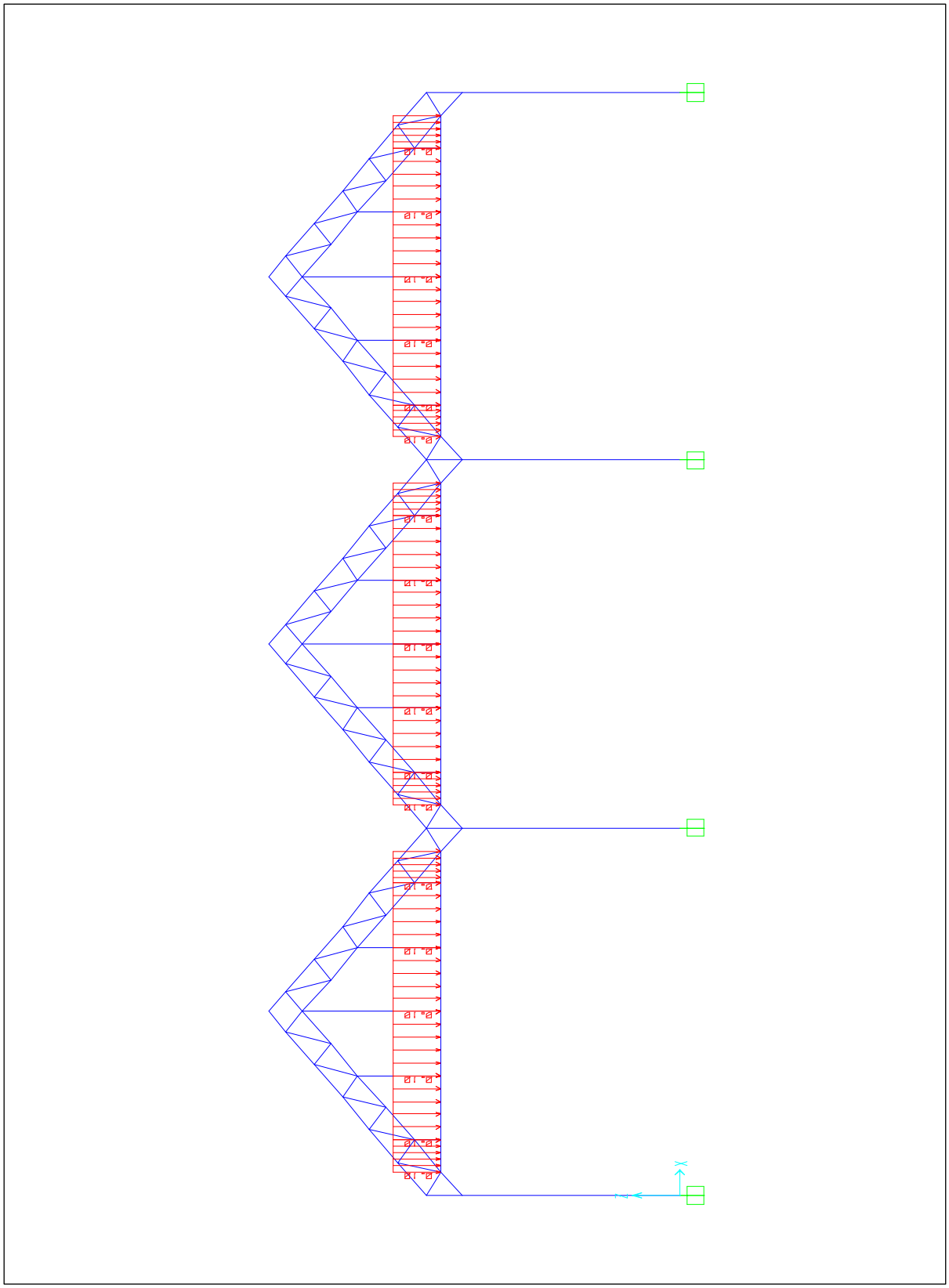
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل ۱-۱۹ نحوه اعمال بارهای مرده وارده به قابهای ابتدایی در سقف‌های شیبدار



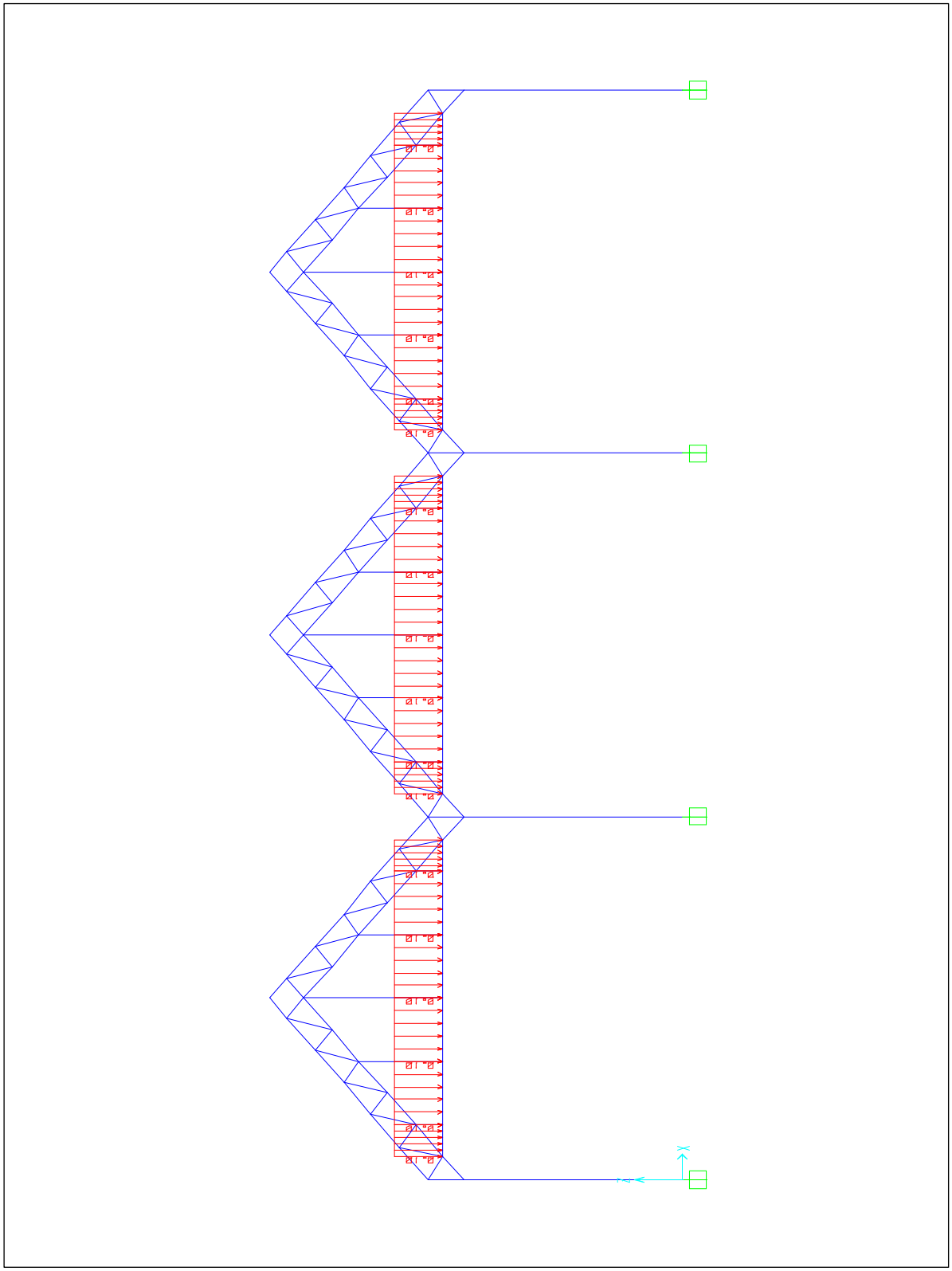
(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل ۱-۱۹ نحوه اعمال بارهای مرده وارده به قابهای ابتدایی در سقف‌های شیبدار



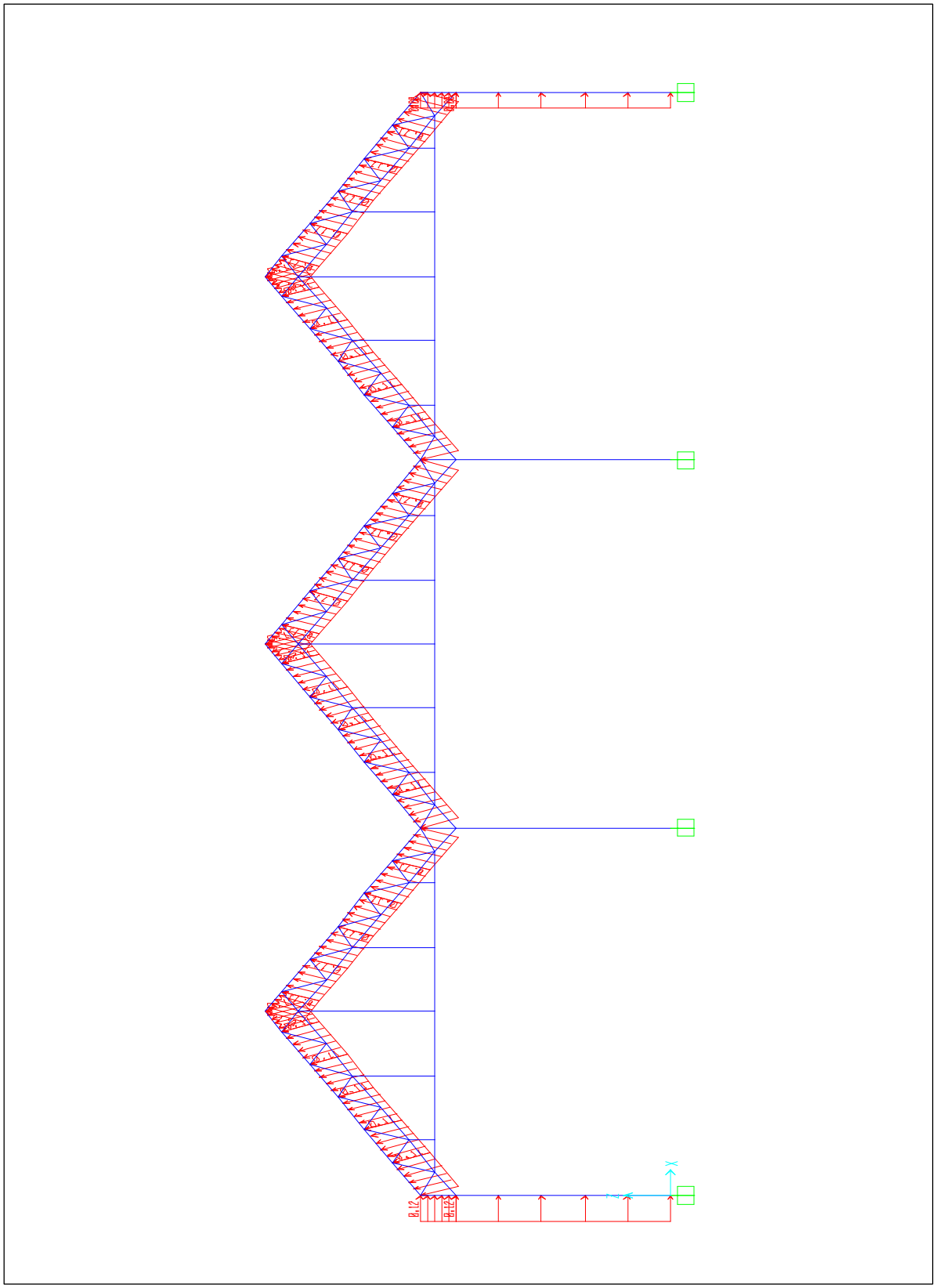
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل ۱-۲۰ نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای ابتدایی در سقف‌های شیبدار



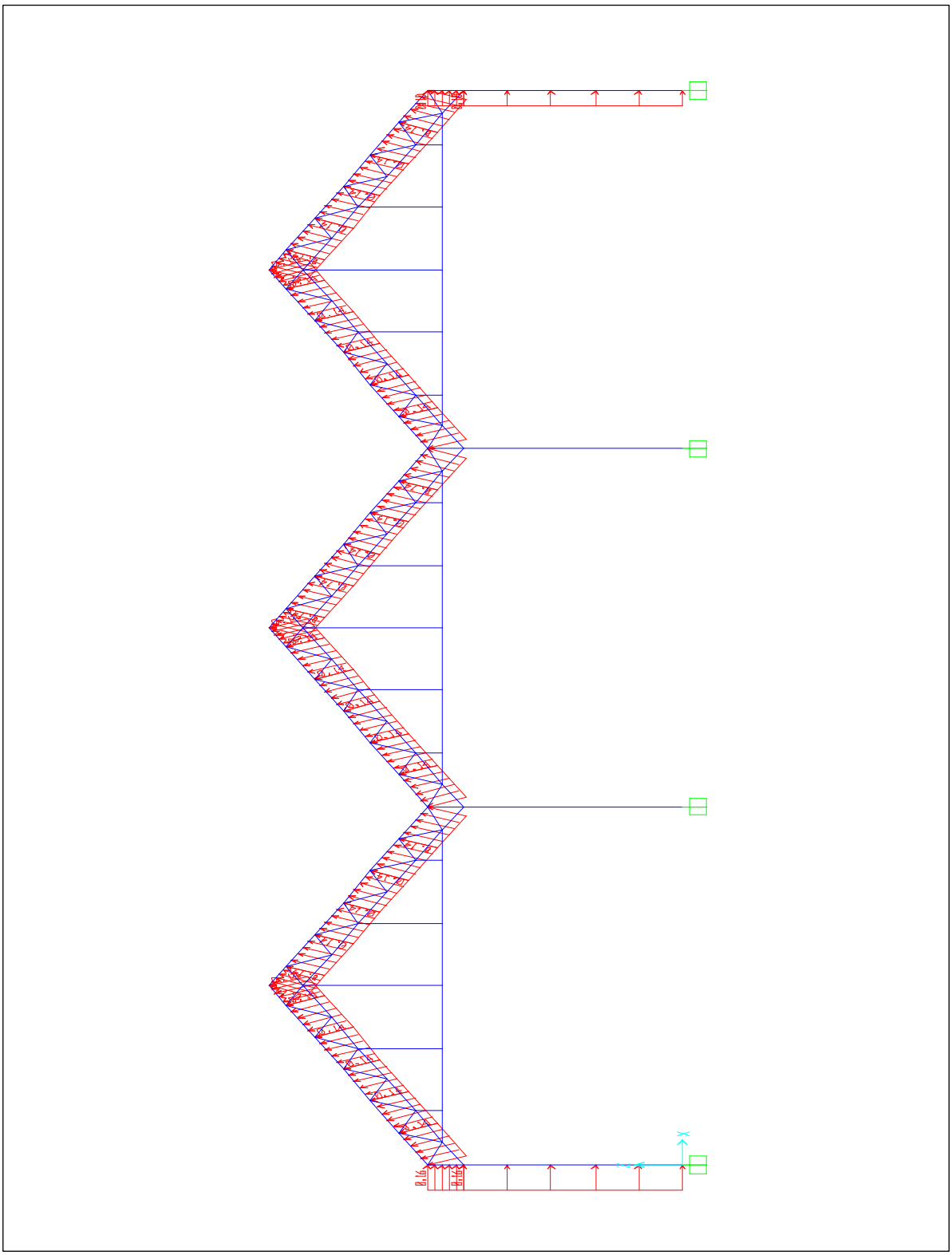
(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل۱-۲۰ نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای ابتدایی در سقف‌های شیبدار



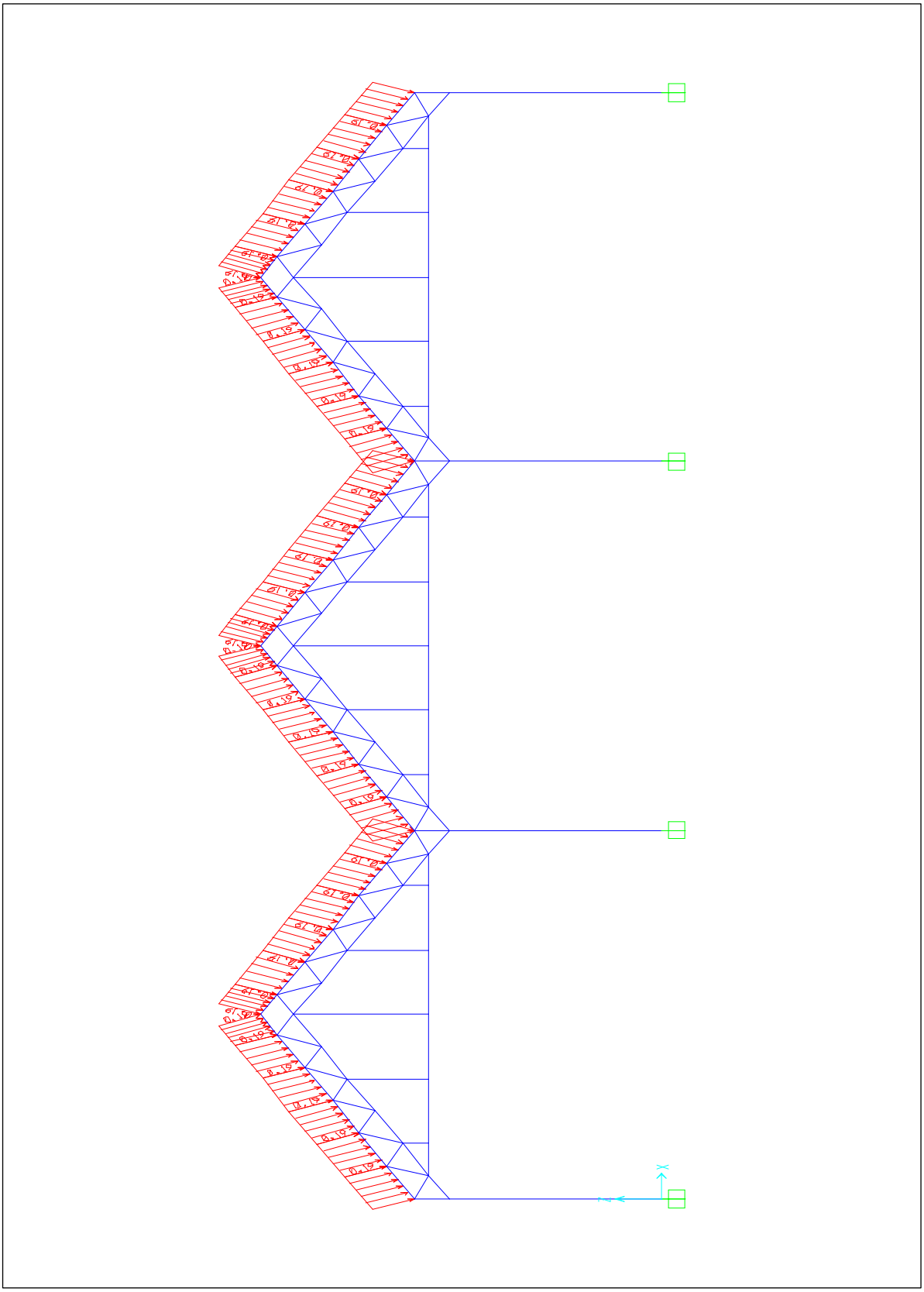
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل ۱-۲۱ نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای ابتدایی در سقف‌های شیبدار



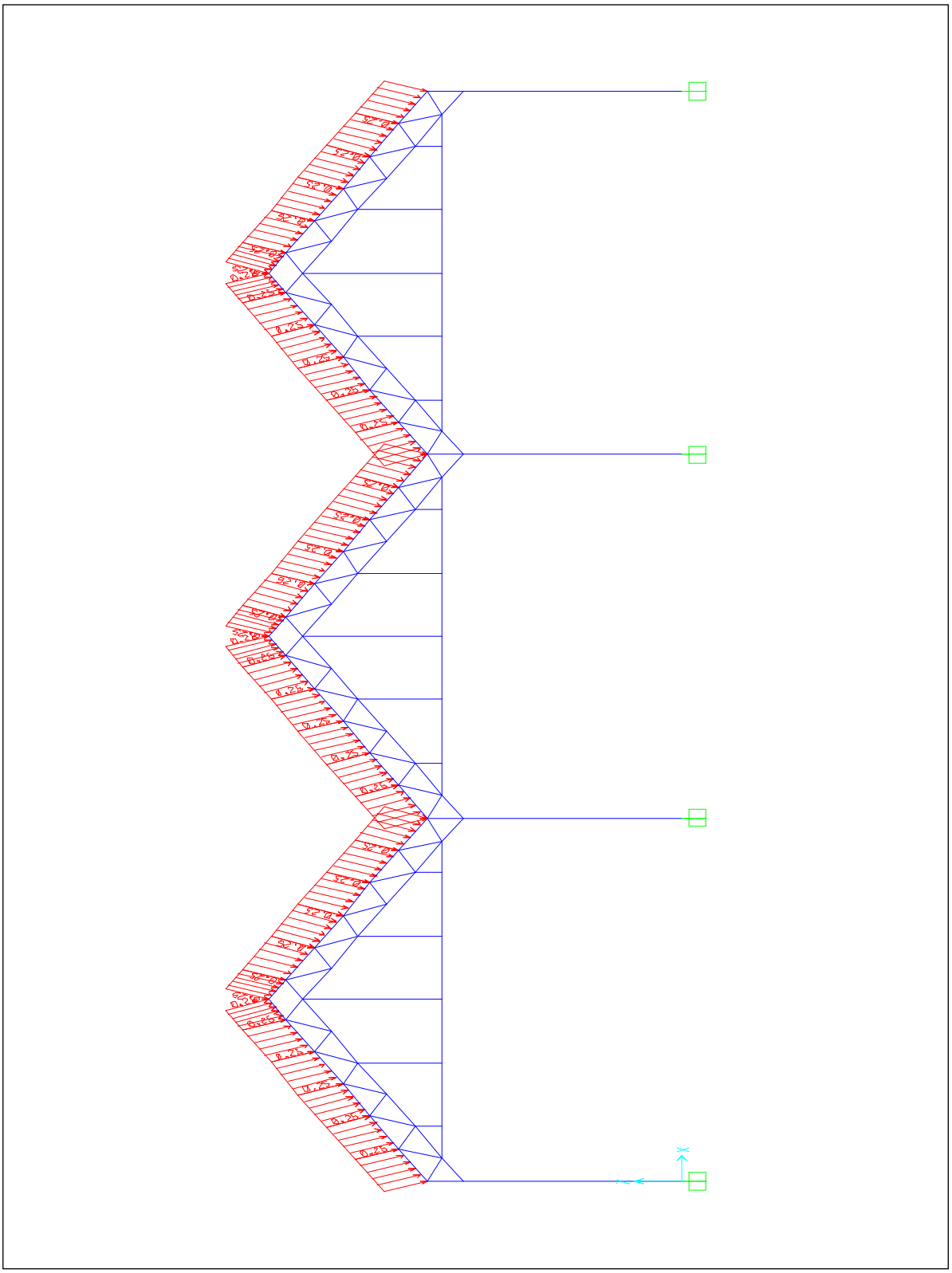
(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل ۱-۲۱ نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای ابتدایی در سقف‌های شیبدار



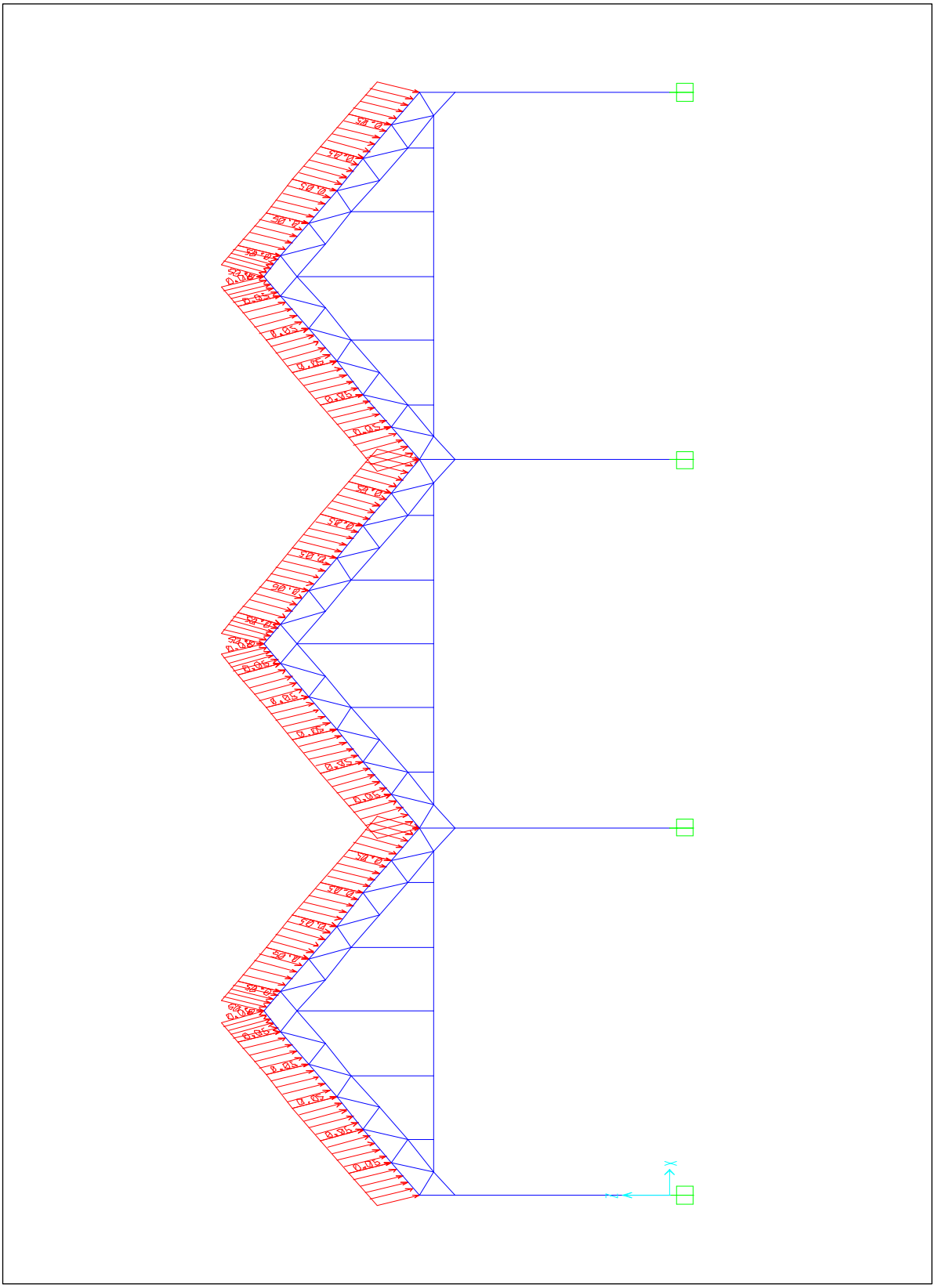
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

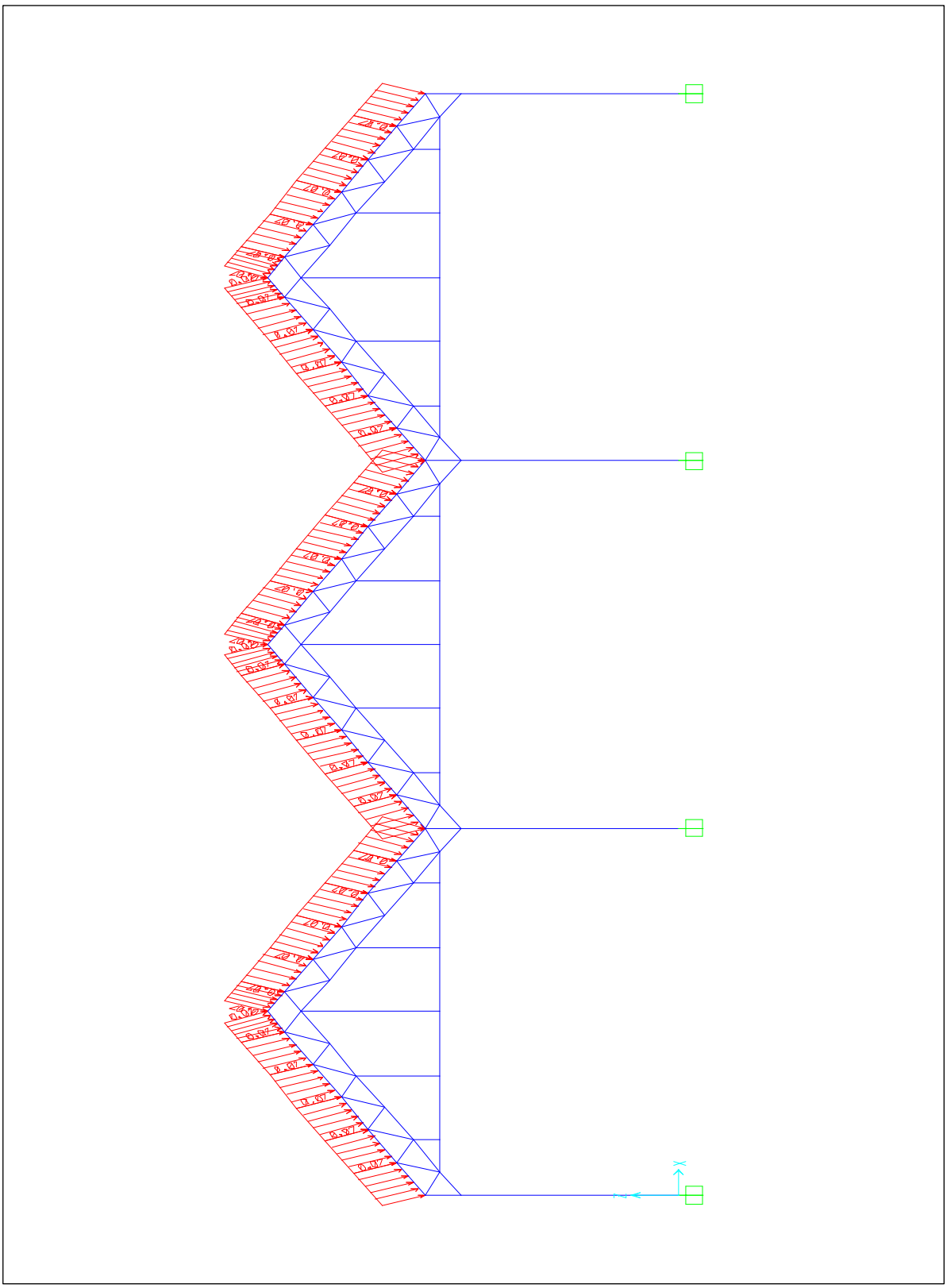
شکل۱-۲۲ نحوه اعمال بارهای برف وارده به قابهای ابتدایی در سقف



(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

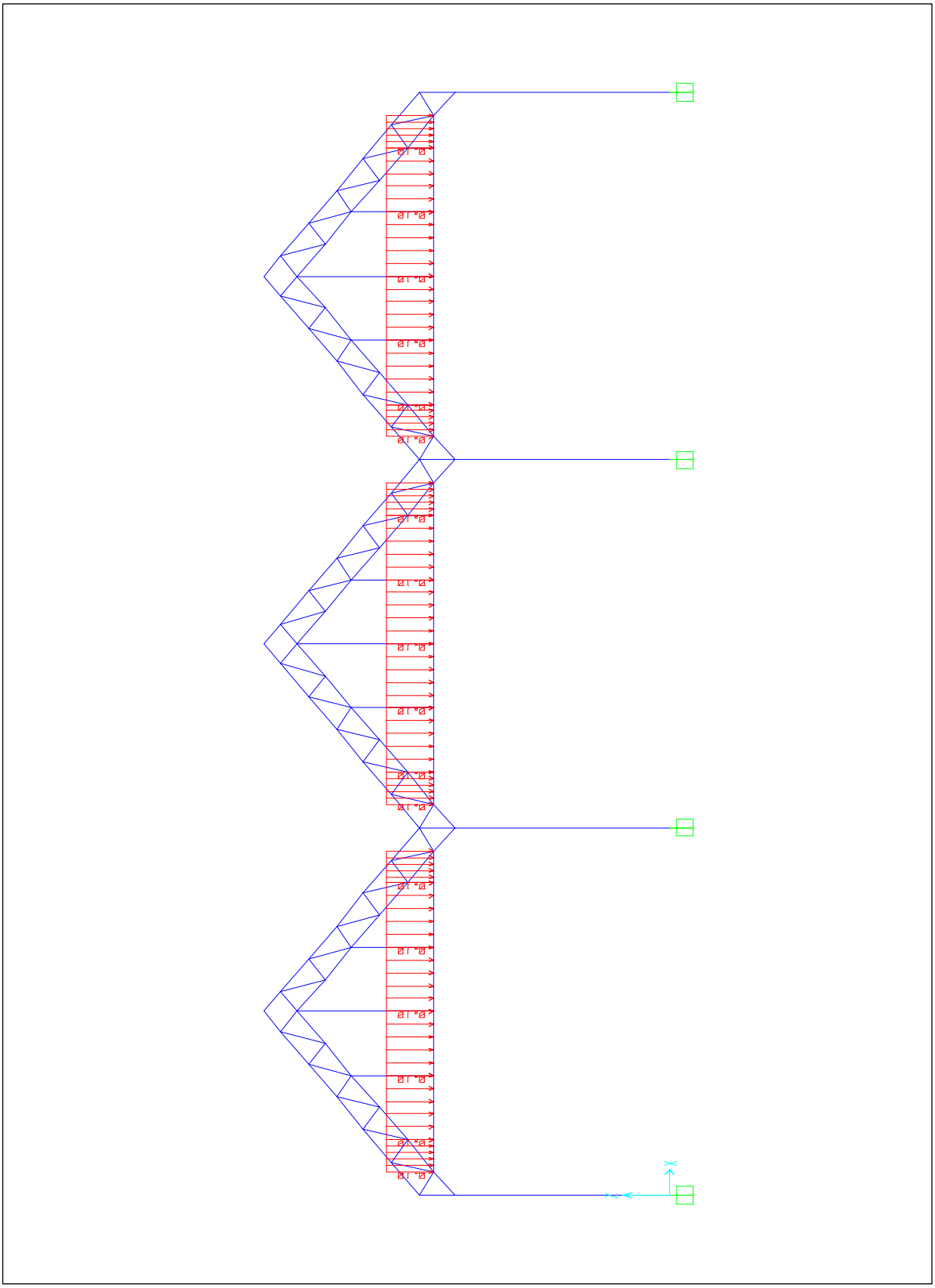
ادامه شکل۱-۲۲ نحوه اعمال بارهای برف وارده به قابهای ابتدایی در سقف


0.05
0.05
0.05



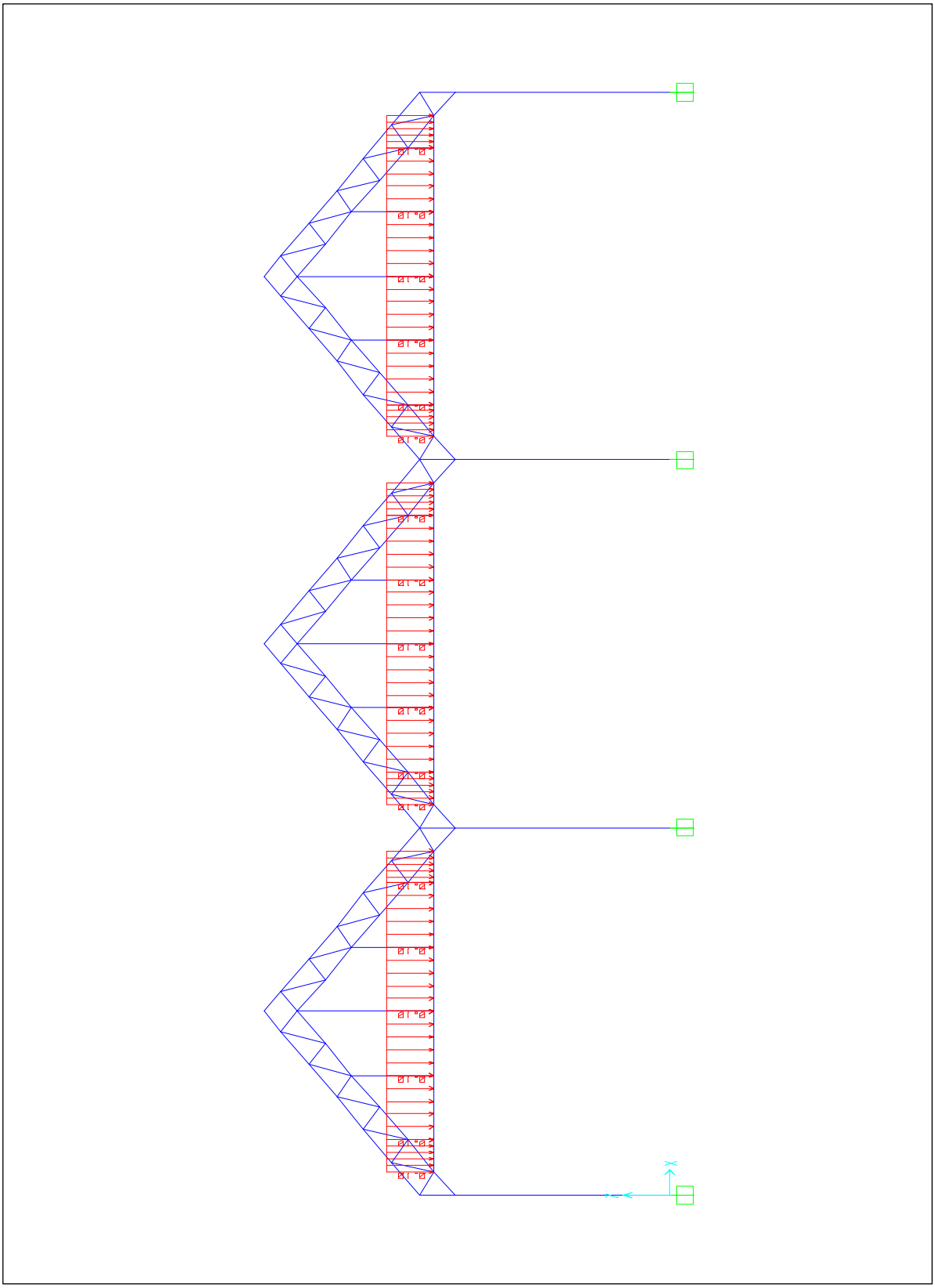
(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل ۱-۲۳ نحوه اعمال بارهای مرده وارده به قابهای میانی در سقف‌های شیبدار



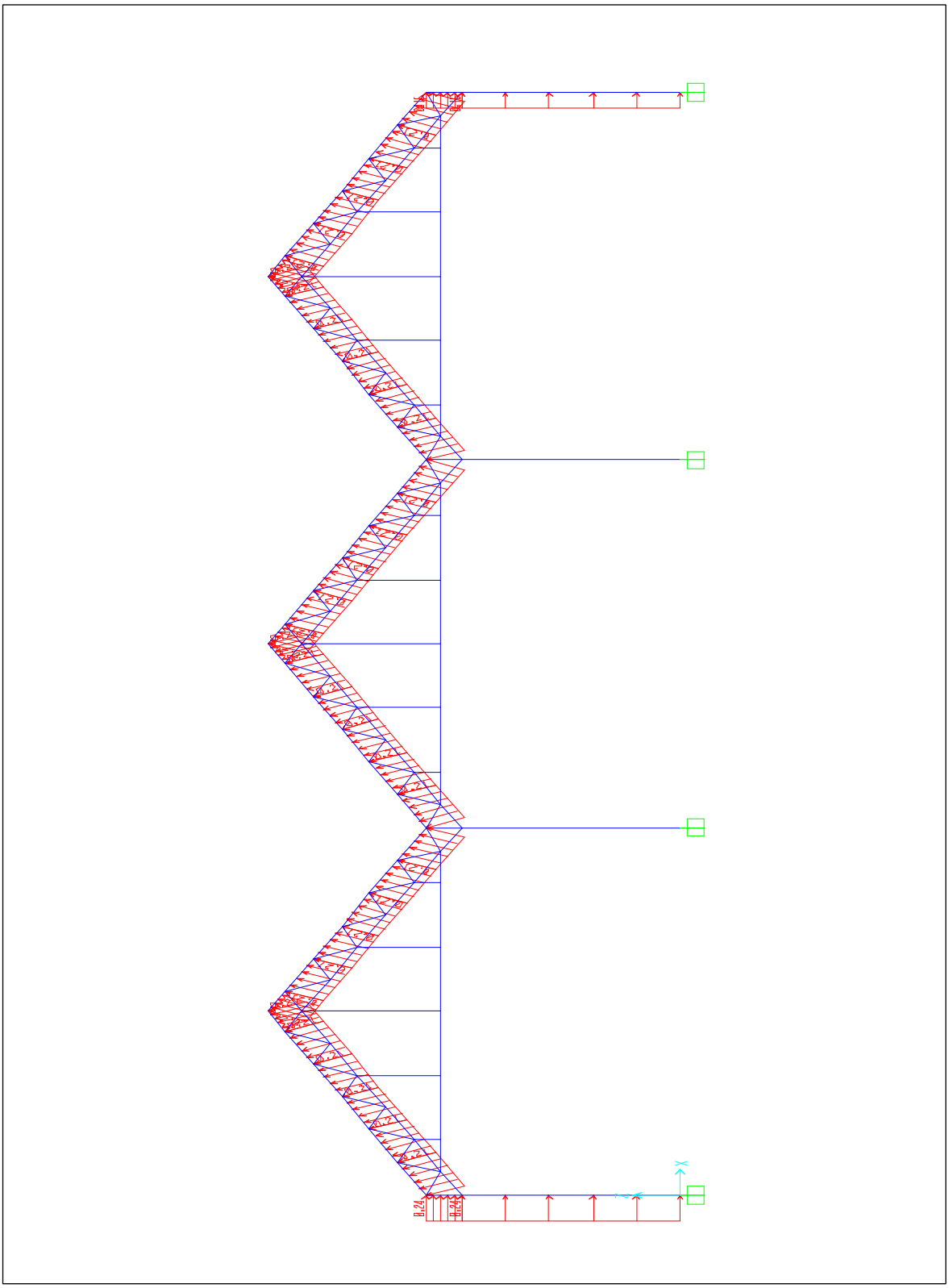
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل ۱-۲٤ نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای میانی در سقف‌های شیبدار



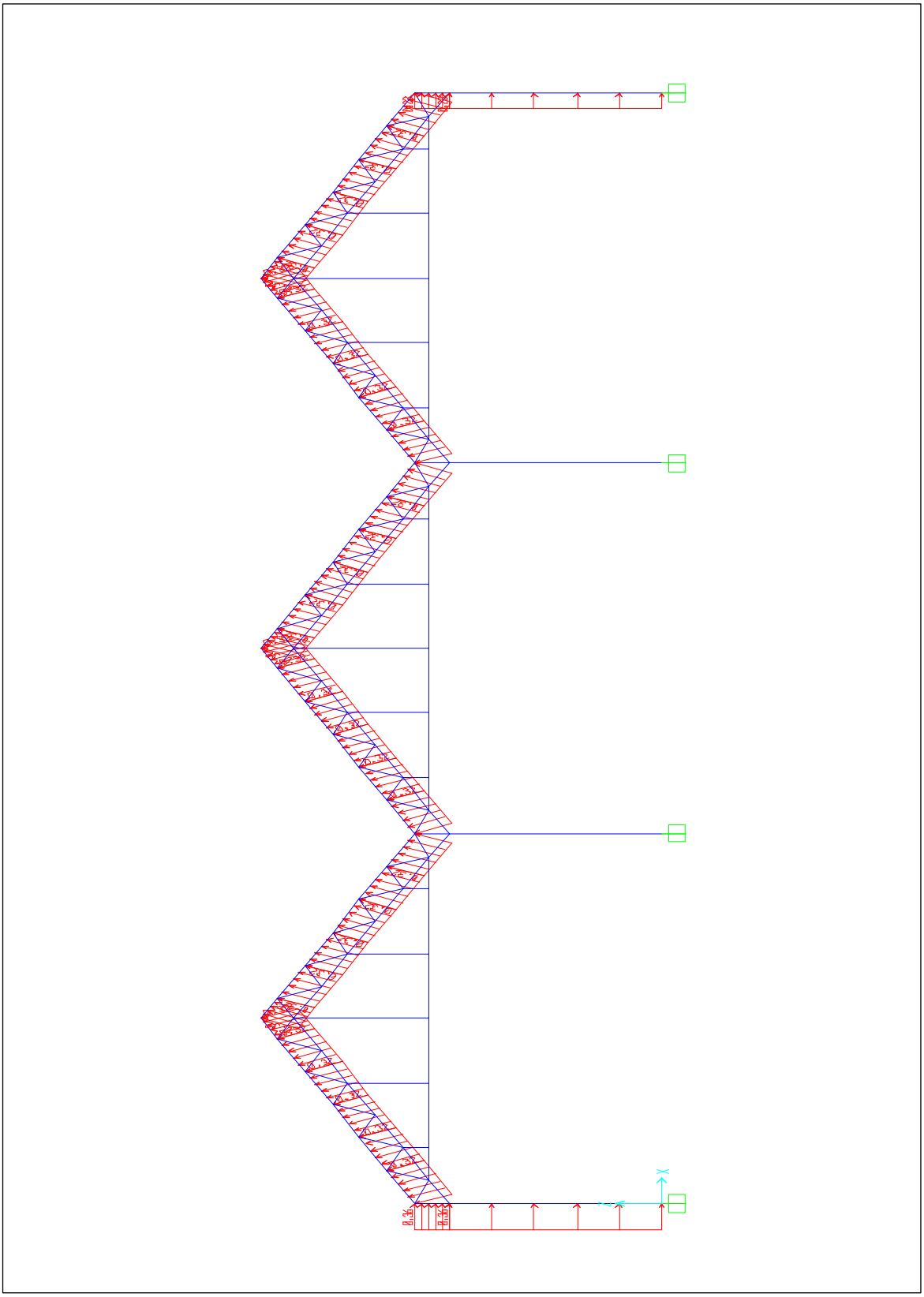
(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل ١-٢٤ نحوه اعمال بارهای زنده وارده به قابهای میانی در سقف‌های شیبدار



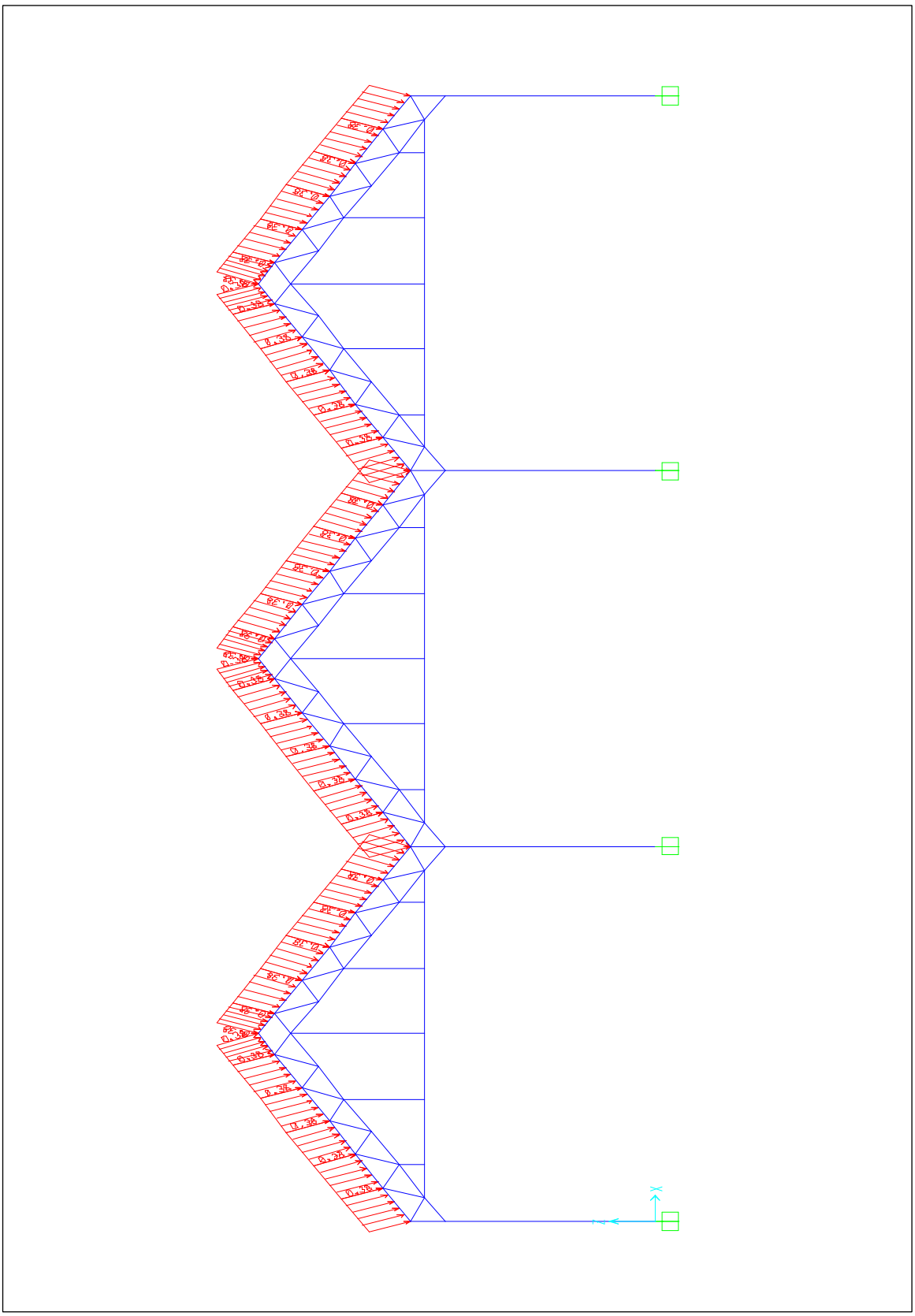
(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل۱-۲۵ نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای میانی در سقف‌های شیبدار



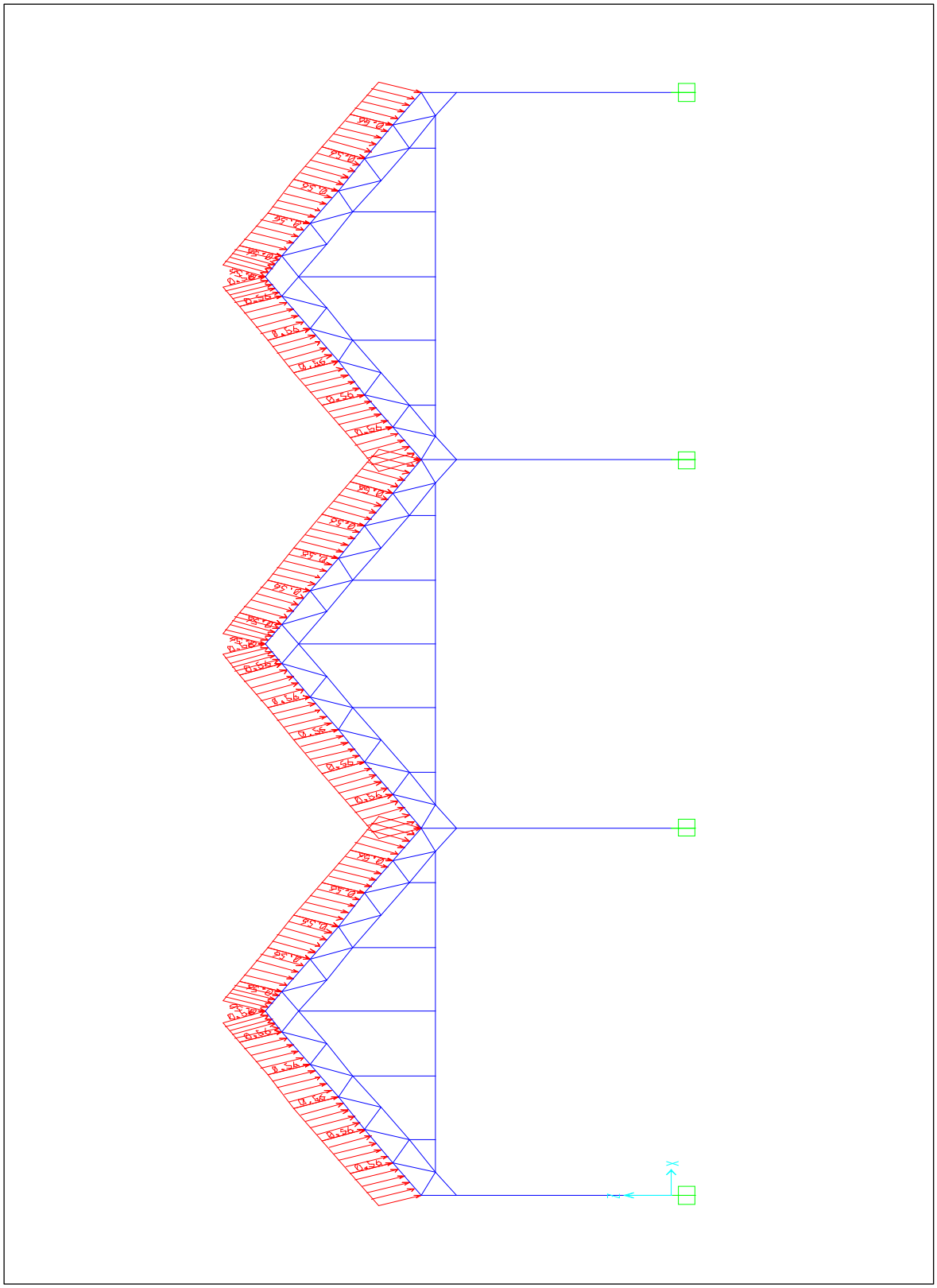
(ب) - فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

ادامه شکل۱-۲۵ نحوه اعمال بارهای باد وارده به قابهای میانی در سقف‌های شیبدار



(الف)- فاصله دهانه قابها ۳ متر

شکل ۱-۲٦ نحوه اعمال بارهای برف وارده به قابهای میانی درحالت سقف‌های شیبدار



(ب)- فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

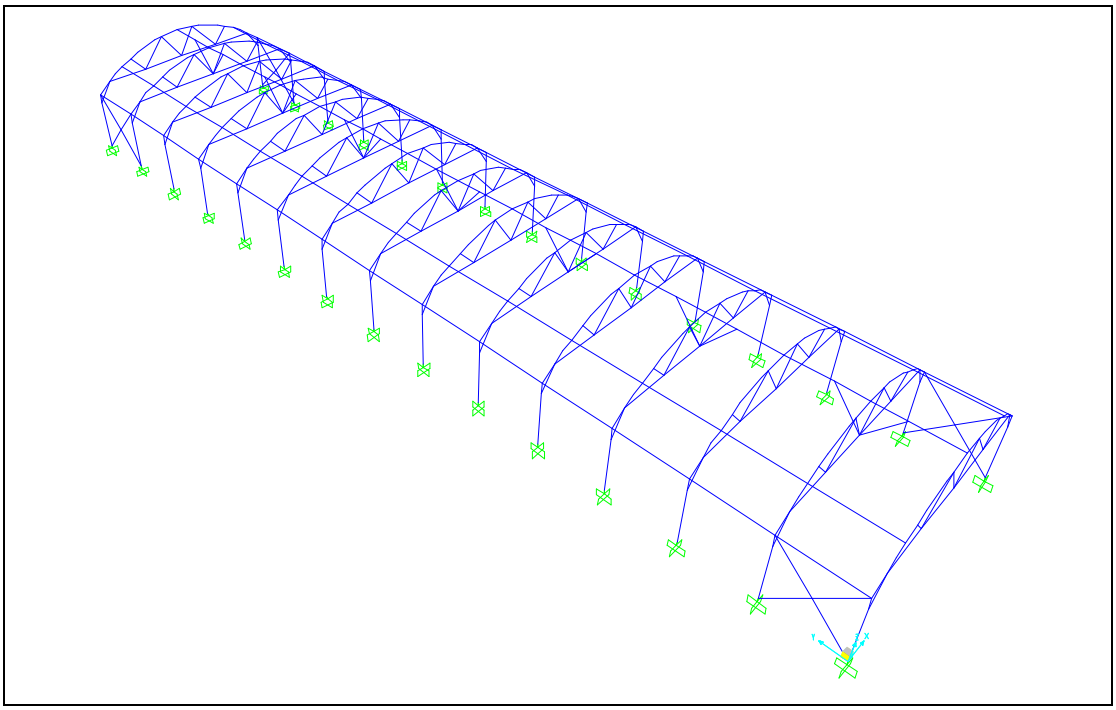
ادامه شکل ۱-۲٦ نحوه اعمال بارهای برف وارده به قابهای میانی درحالت سقف‌های شیبدار

۱-۳-۲- آنالیز سازه (Structural Analysis)

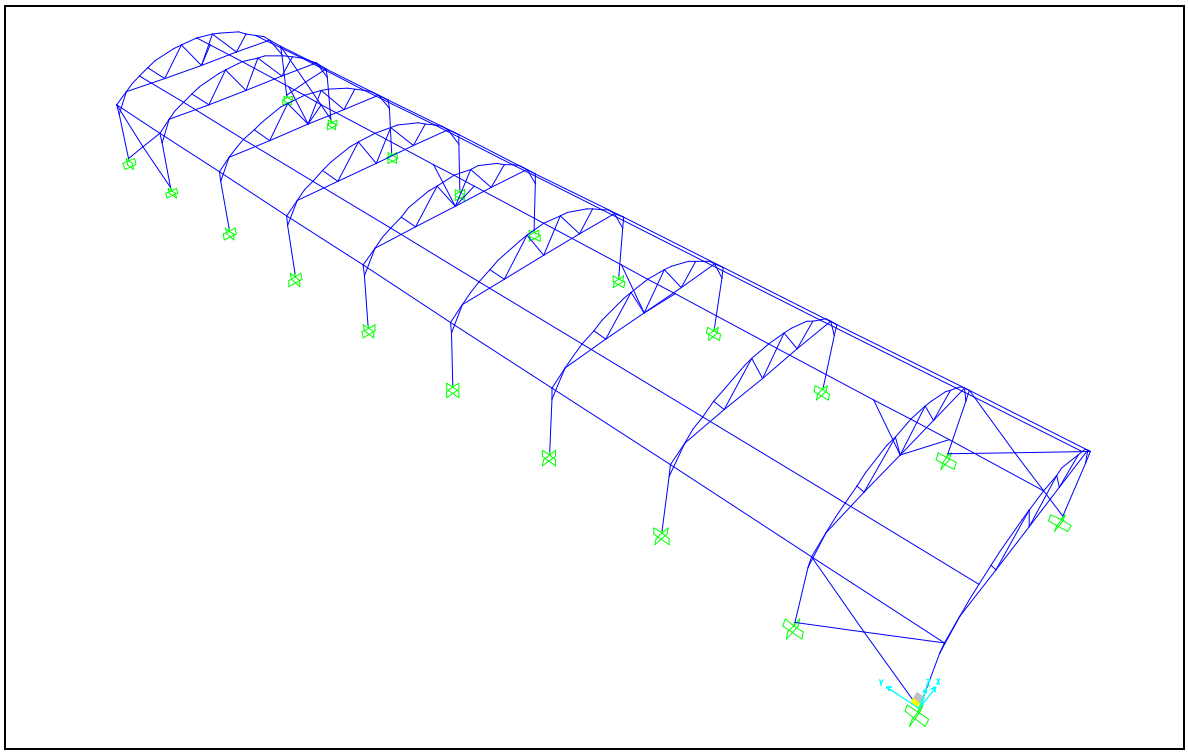
۱-۳-۲-۱- مدل سازی (Modeling)

برای آنالیز سازه گلخانه از چهار تیپ استفاده شده است. دو نوع از این تیپ‌ها، سازه‌های با سقف شیب‌دار و دو نوع دیگر با سقف قوسی می‌باشد. برای مدل هندسی سازه برنامه کامپیوتری (SAP) ویرایش (9.1.6) ، برای مدل‌سازی تیرها و ستون‌ها از المان‌قاب (FRAME) و مدل‌سازی پی‌ها با استفاده از المان پوسته (SHELL) استفاده شده است.

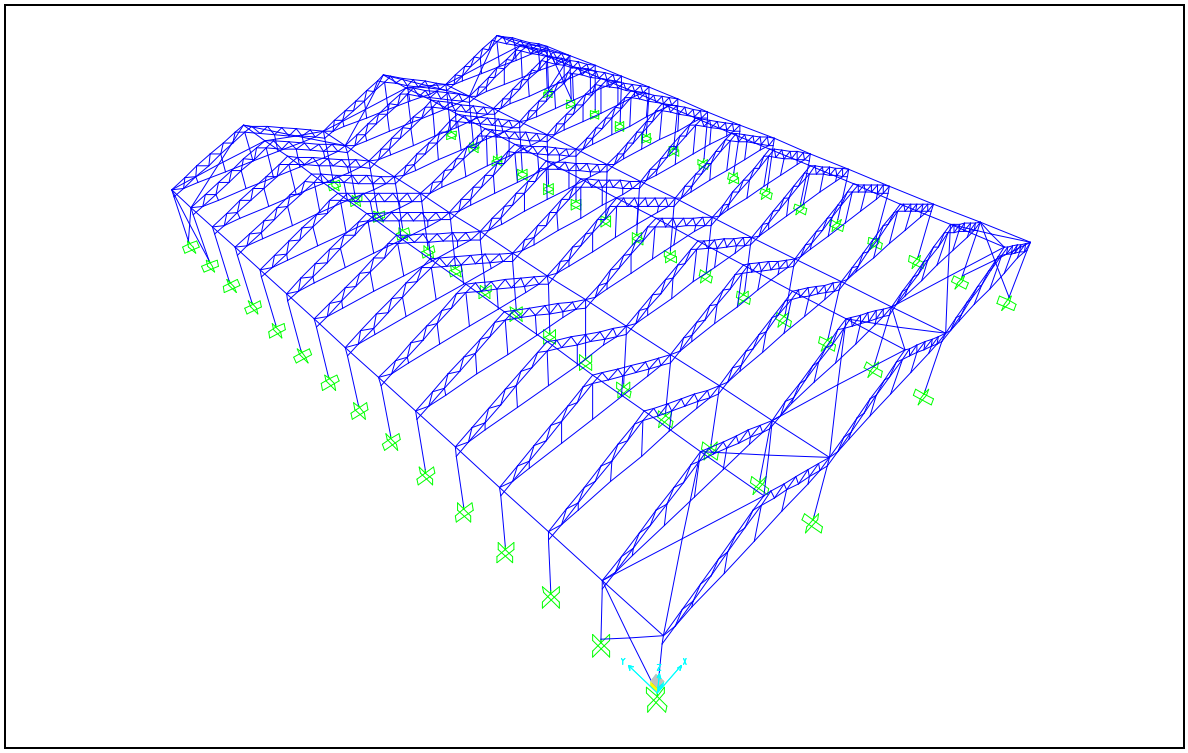
برنامه (SAP) قادر است مدل سازه را با در نظر گرفتن بارهای وارده آنالیز نموده و نیروی محوری، برشی و لنگر خمشی مربوط به تیرها و ستون‌ها را مشخص نماید. آنالیز پی سازه توسط برنامه با روش اجزاء محدود (FEM) انجام می‌شود و نتایج به صورت تنش‌های سطحی یا نیروی برشی و لنگر خمشی قابل استفاده می‌باشد. همچنین برنامه (SAP) قادر است که طبق استانداردهای مختلف از جمله (ACI) تیرها و ستونها را طراحی نماید. اشکال شماره (۱-۲۷) الی (۱-۳۰) مدل هندسی مرتبط به سازه‌های گلخانه‌ای تیپ‌های اول و دوم را نشان می‌دهد.



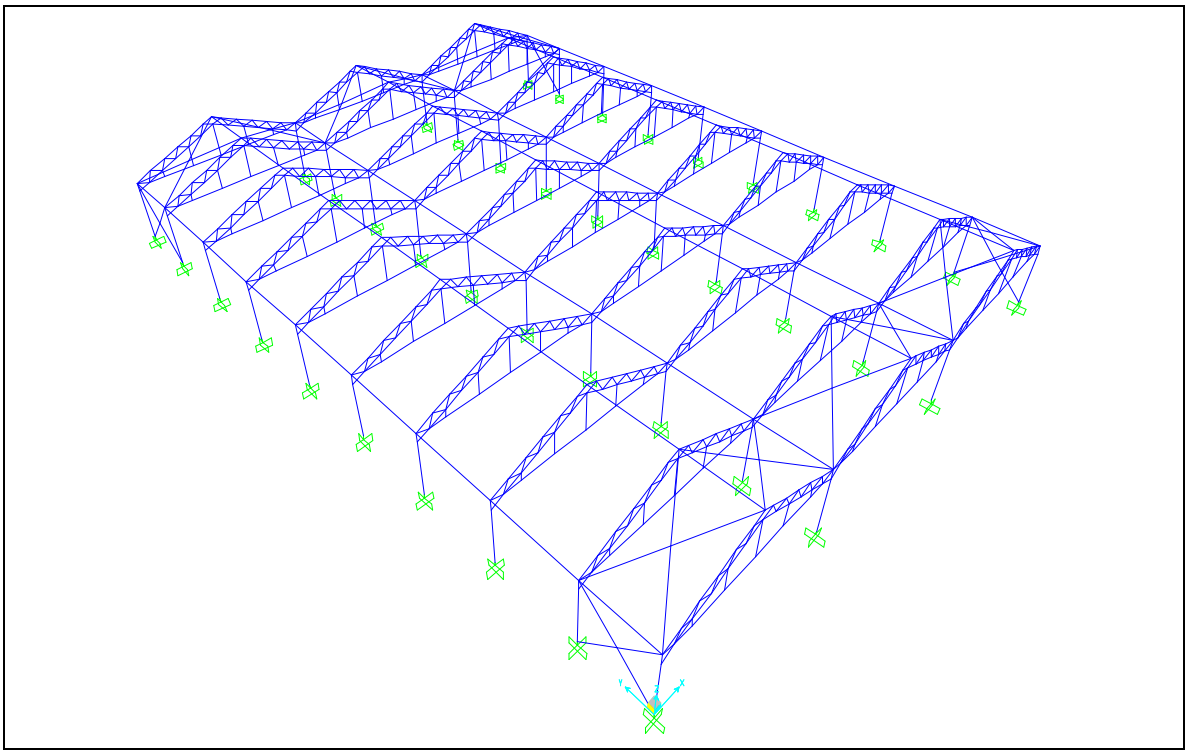
شکل ۱-۲۷ مدل هندسی سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) – فاصله دهانه قابها ۳ متر



شکل ۱-۲۸ مدل هندسی سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) – فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر



شکل ۱-۲۹ مدل هندسی سازه گلخانه با سقف شیبدار(تیپ II) – فاصله دهانه قابها ۳ متر



شکل ۱-۳۰ مدل هندسی سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) – فاصله دهانه قابها ٤ و ٥ متر

با توجه به اینکه سیستم سازه مذکور به صورت قاب خمشی فلزی می‌باشد، لذا لازم است از ترکیبات بارگذاری (Load Combination) مربوط به سازه‌های فلزی استفاده نمود. این ترکیبات عبارتند از:

a) U = D
b) U = D + L (۹)
c) U = D+ S
d) U = D ± W
e) U = D + L ± W
f) U = D + S ± W

که در آن:

D = DEAD LOAD = بار مرده

L = LIVE LOAD= بار زنده

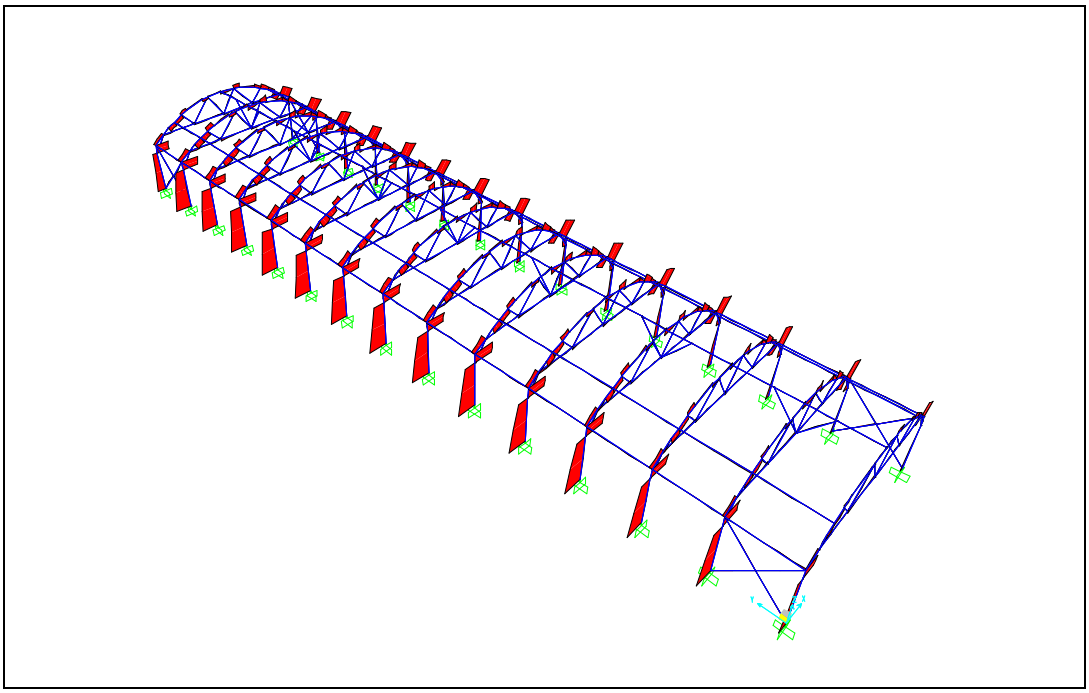
S = SNOW LOAD = بار برف

W = WIND LOAD = بار باد

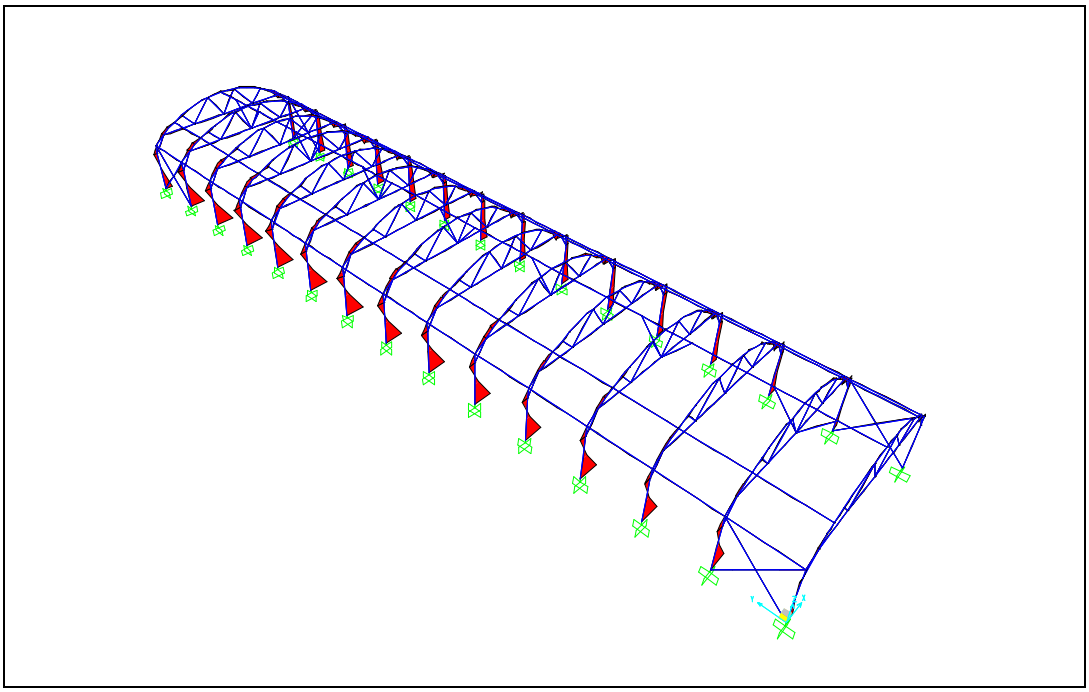
می‌باشند.

۱-۳-۲-۲- نتایج تحلیل (آنالیز) سازه

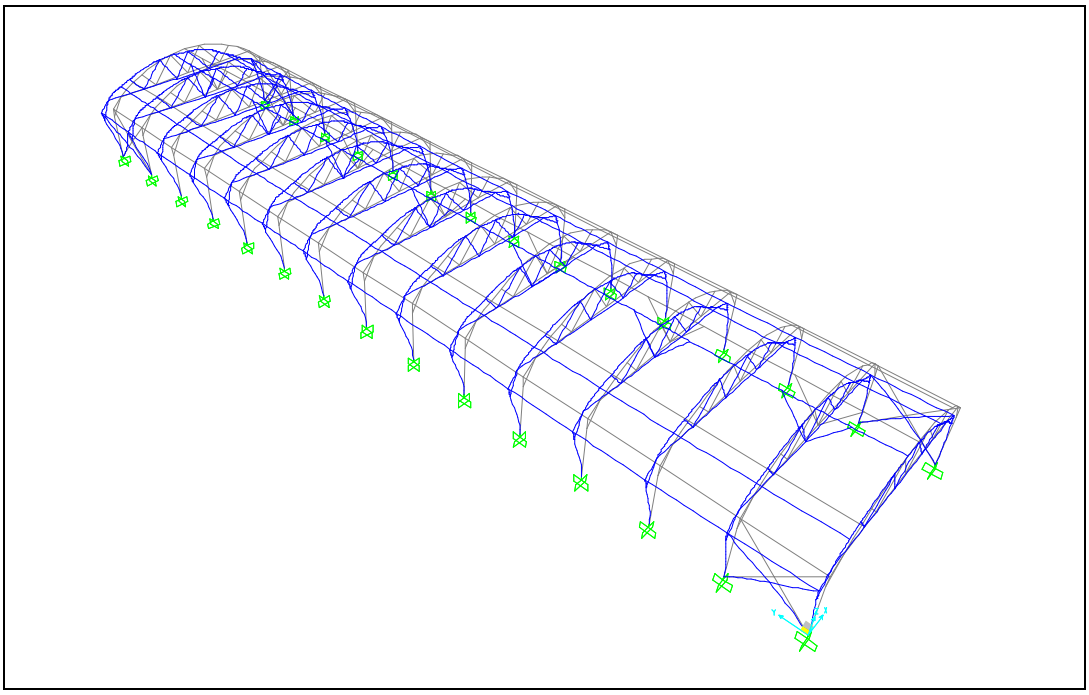
با استفاده از مدل هندسی سازه، بارگذاری اعمال شده روی آن و شرایط مرزی (Bonndary Condition) مربوط به گره‌های تکیه‌گاهی و قسمتهای متفاوت سازه، اقدام به تحلیل مدل توسط برنامه (SAP) گردید. شکل (۱-۳۱) نحوه توزیع نیروی برشی بدست آمده از برنامه را تحت اثر بارگذاری انجام شده نشان می‌دهد. اشکال (۱-۳۲) و (۱-۳۳) نیز به ترتیب لنگر خمشی و تغییر مکان بدست آمده در سازه گلخانه‌ای تیپ (۱) و (۲) را مشخص می‌کند. اشکال شماره (۱-۳۴) الی (۱-۳۹) نیز نحوه توزیع تنش‌های وارده بر پی سازه را نمایش می‌دهد. همچنین شکل (۱-۴۰) نحوه تغییر مکان ایجاد شده در پی‌سازه را نمایش می‌دهد.



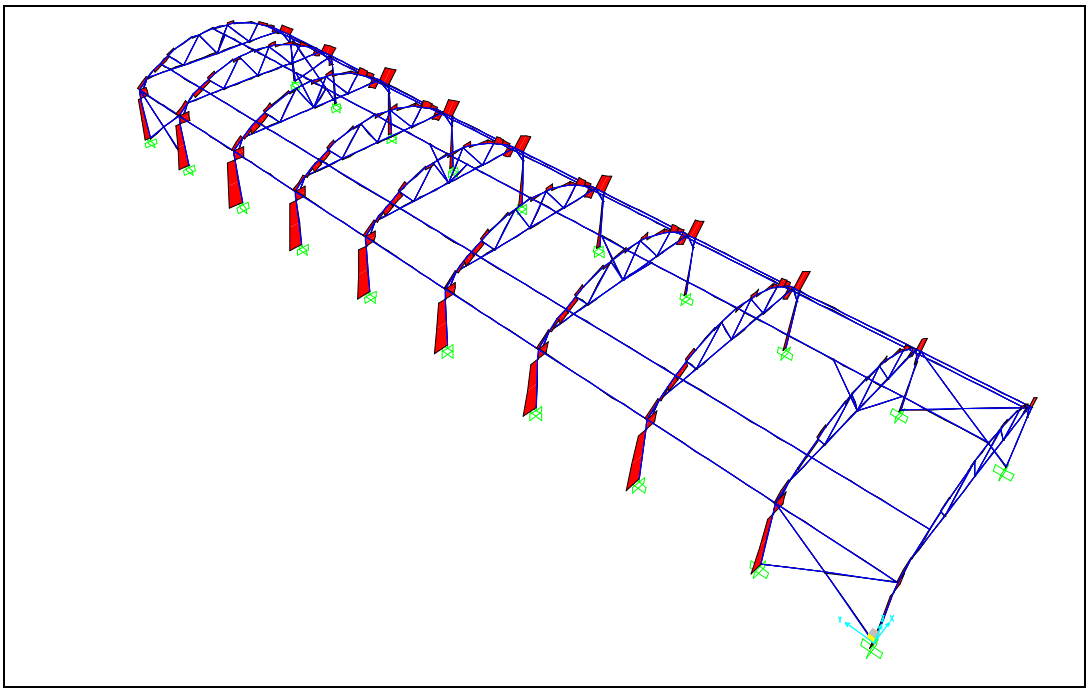
شکل ۱-۳۱ نحوه توزیع نیروی برشی در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



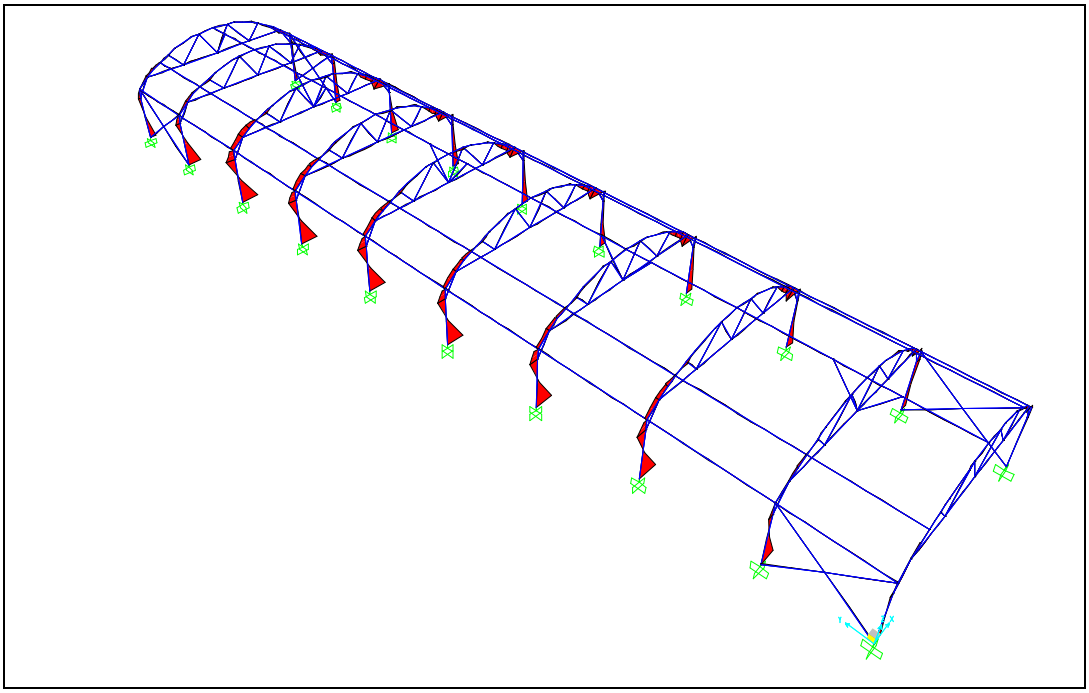
شکل ۱-۳۲ لنگر خمشی در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



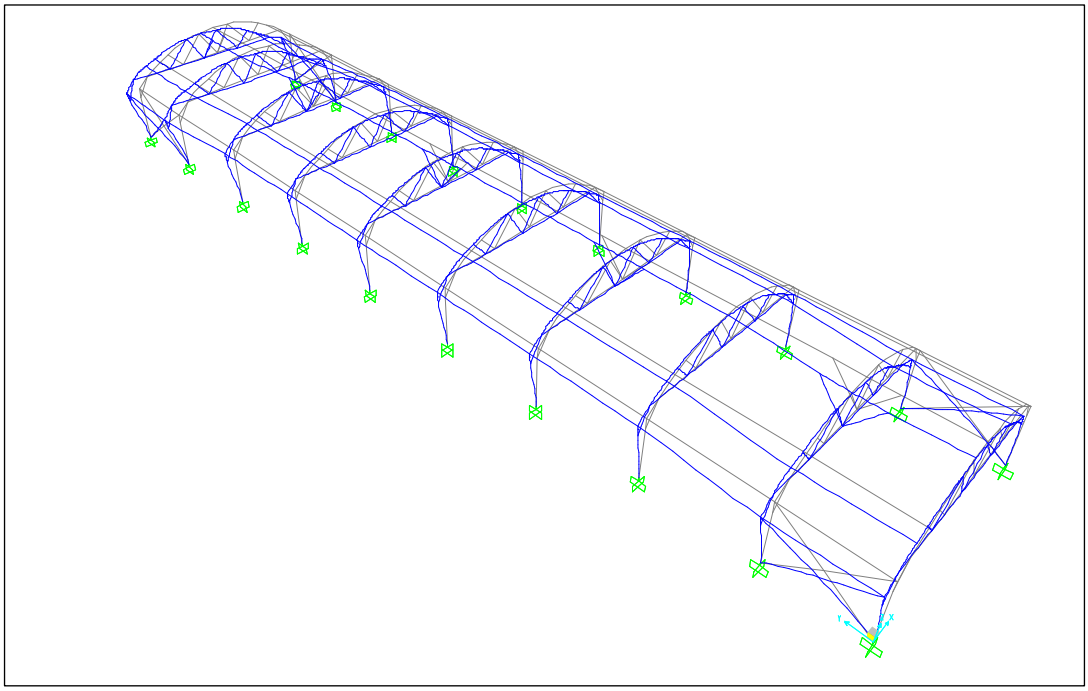
شکل ۱-۳۳ نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



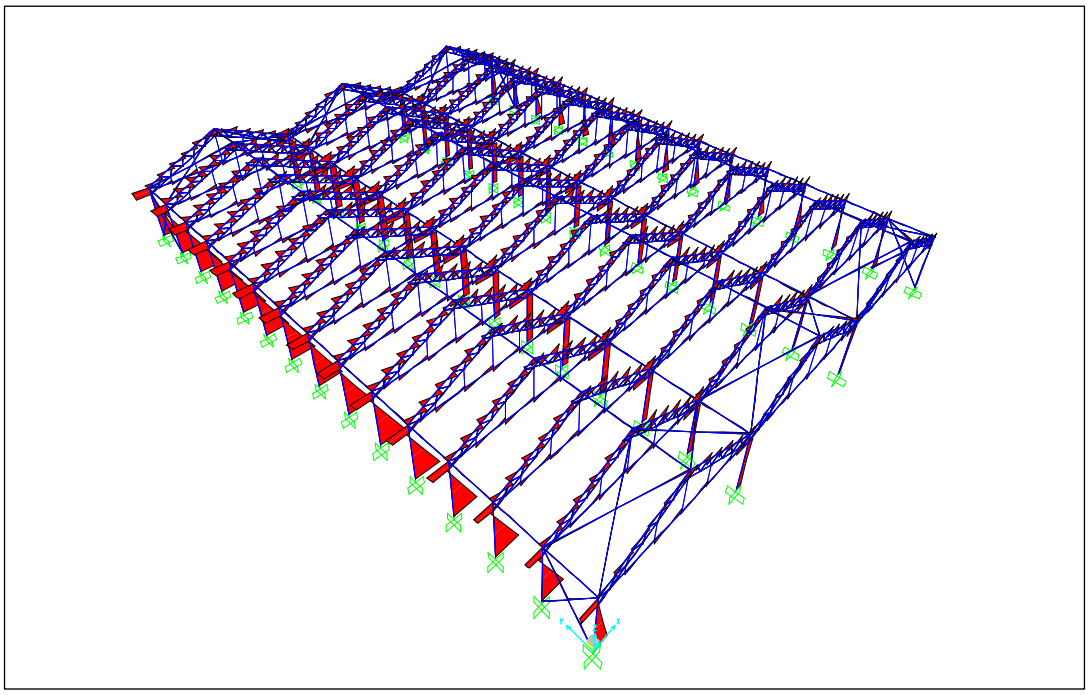
شکل ۱-۳۴ نحوه توزیع نیروی برشی در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری در ترکیب بارگذاری طرح



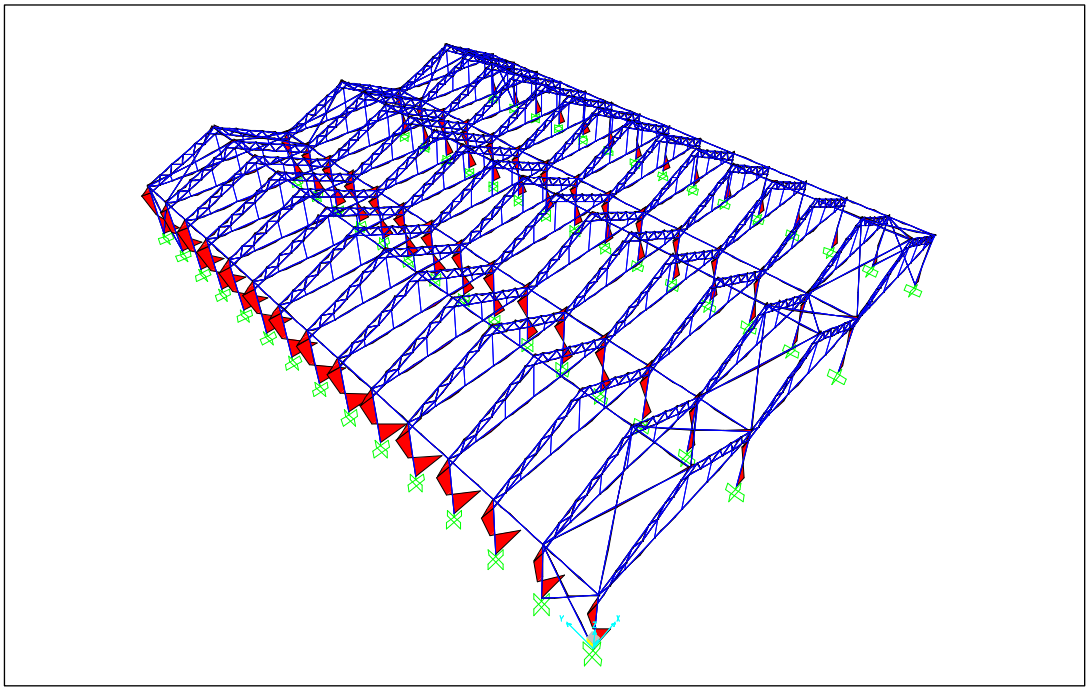
شکل ۱-۳۵ لنگر خمشی در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) با فاصله قابهای ۴ و ۵ متری در ترکیب بارگذاری طرح



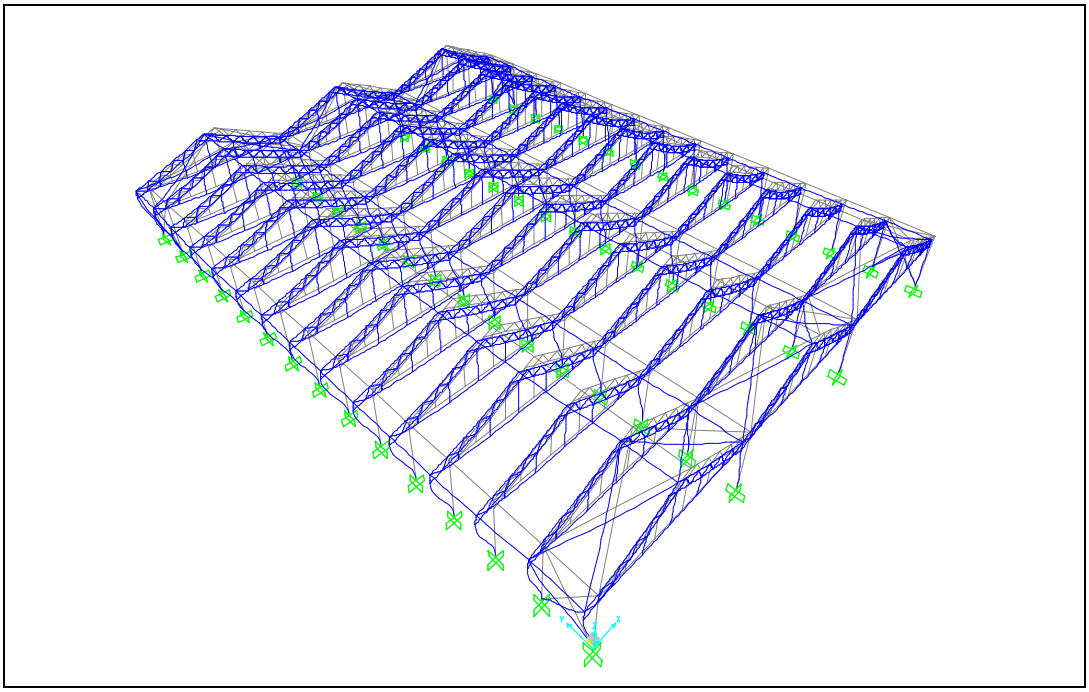
شکل ۱-۳٦ نحوه تغییر مکان ایجاد شده در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ I) با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری در ترکیب بارگذاری



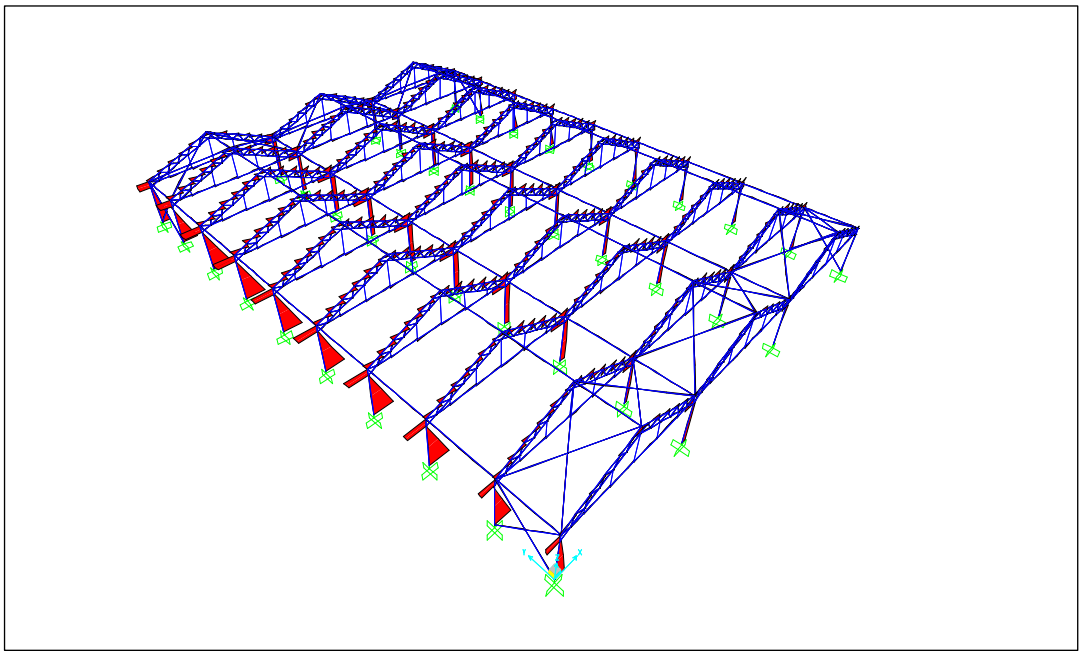
شکل۱-۳۷ نحوه توزیع نیروی برشی در سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



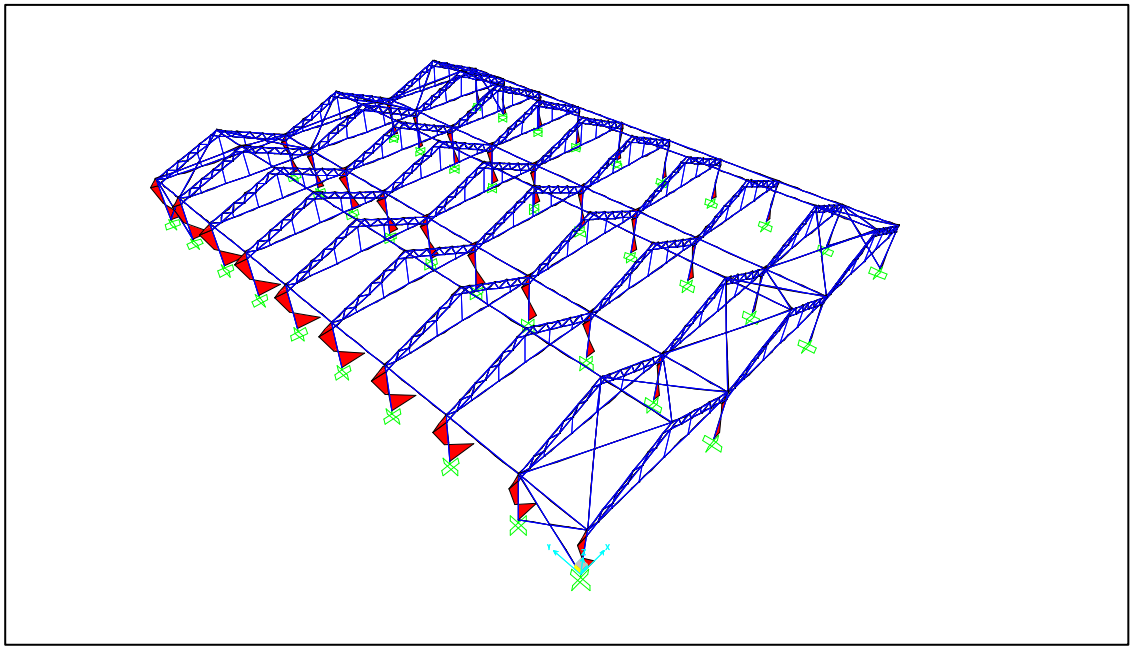
شکل ۱-۳۸ لنگر خمشی در سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



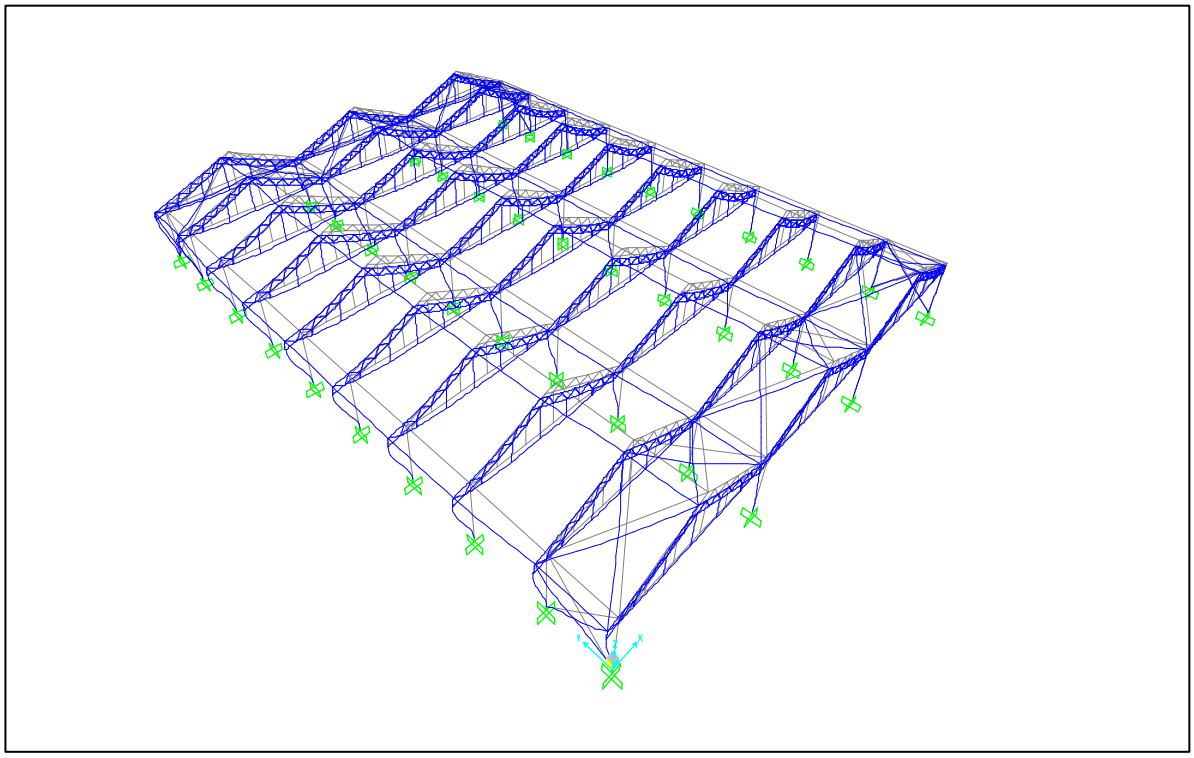
شکل۱-۳۹ نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در سازه گلخانه با سقف قوسی (تیپ **II**) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



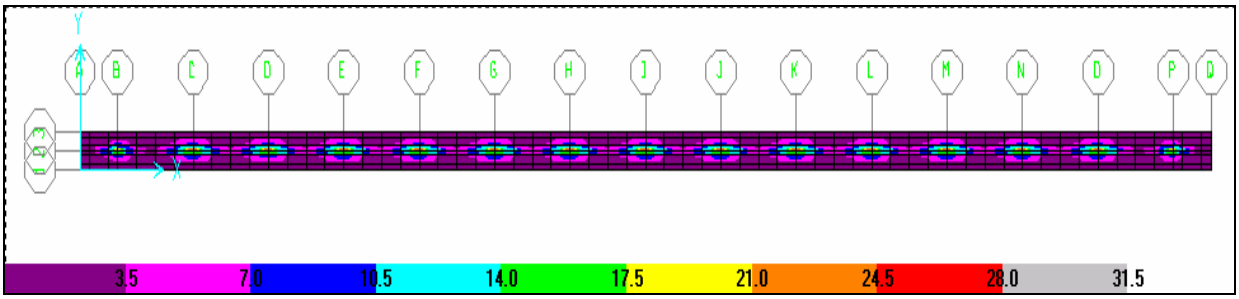
شکل۱-٤۰ نحوه توزیع نیروی برشی در سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری در ترکیب بارگذاری



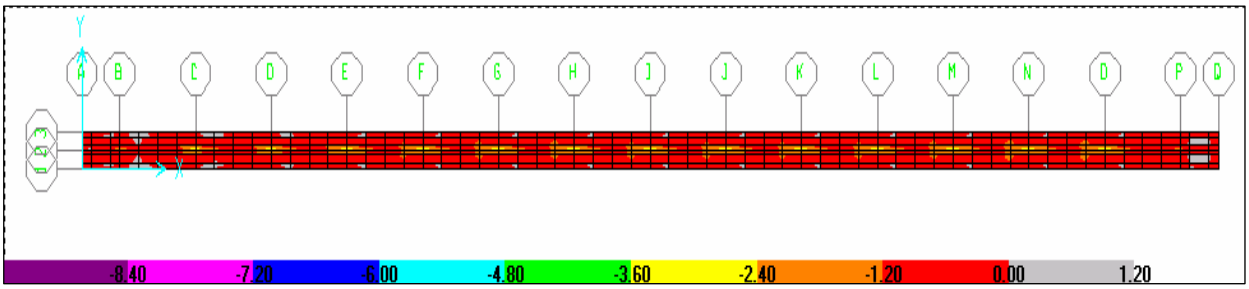
شکل۱-٤۱ لنگر خمشی در سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری در ترکیب بارگذ اری طرح



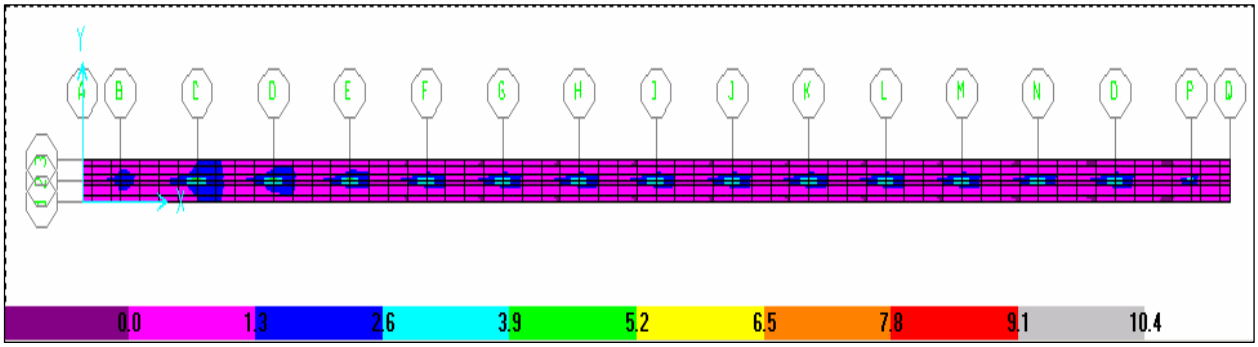
شکل ۱-٤۲ نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در سازه گلخانه با سقف شیبدار (تیپ II) با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری در ترکیب بارگذاری طرح



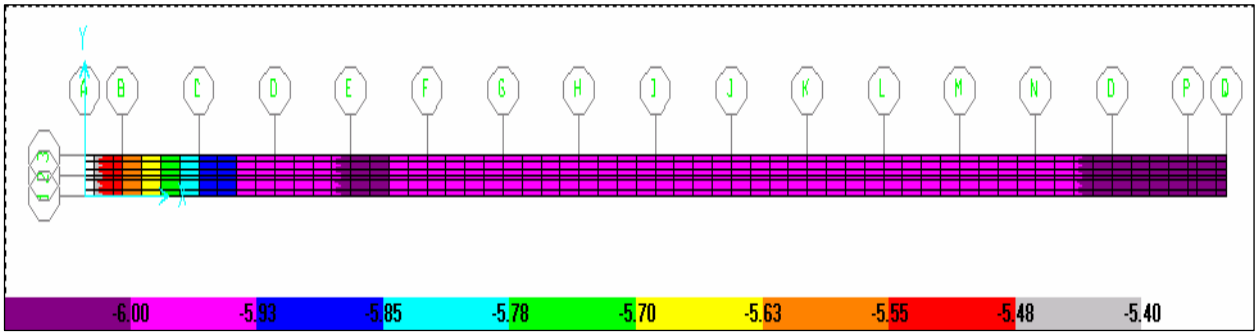
شکل ۱-٤۳ نحوه توزیع نیروی برشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متر در ترکیب بارگذاری طرح



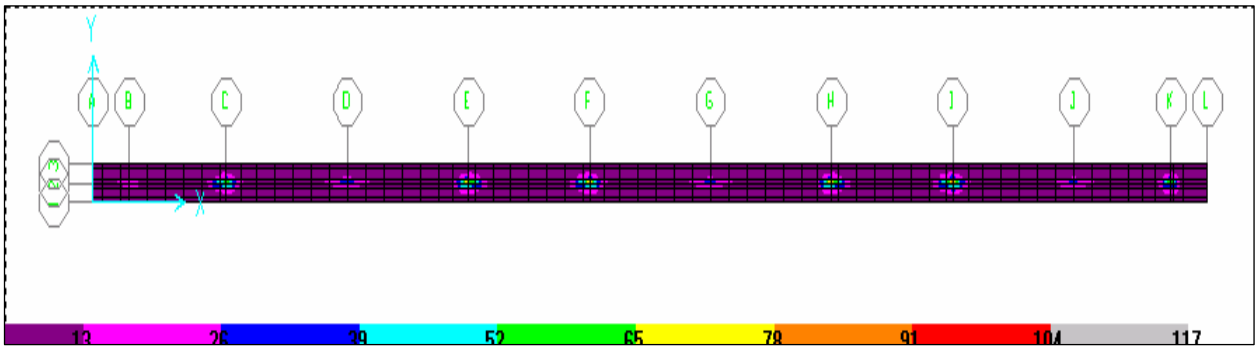
شکل۱-٤٤ نحوه توزیع لنگر خمشی حداقل در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



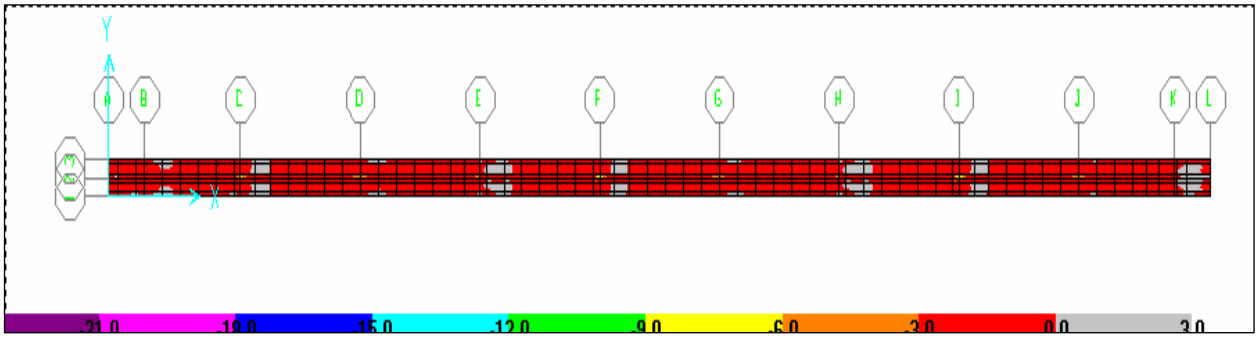
شکل ۱-٤٥ نحوه توزیع لنگر خمشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



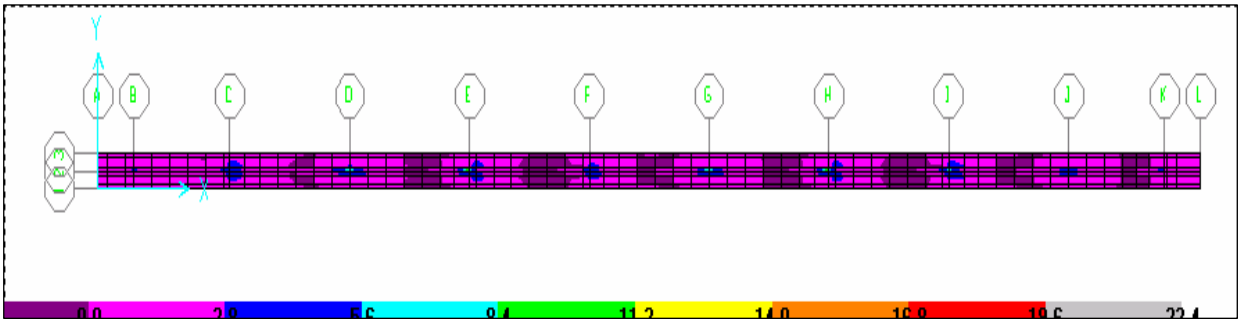
شکل۱-٤٦ نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



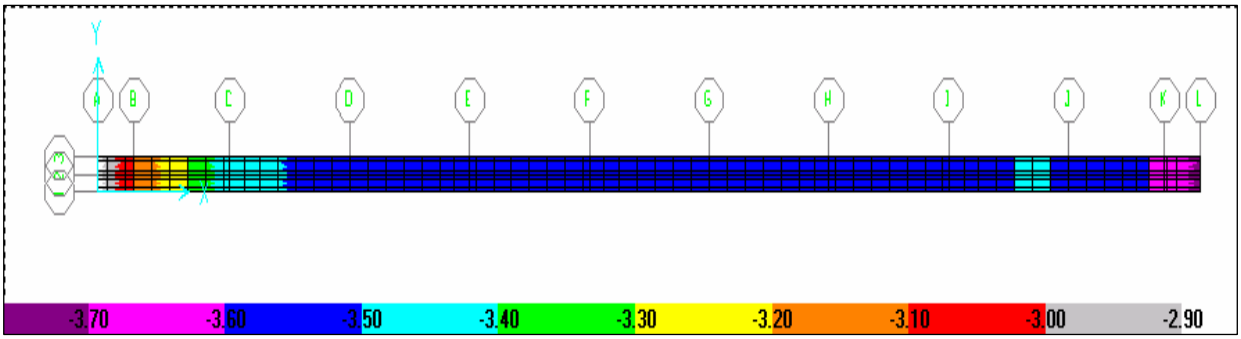
شکل۱-٤٧ نحوه توزیع نیروی برشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری در ترکیب بارگذاری طرح



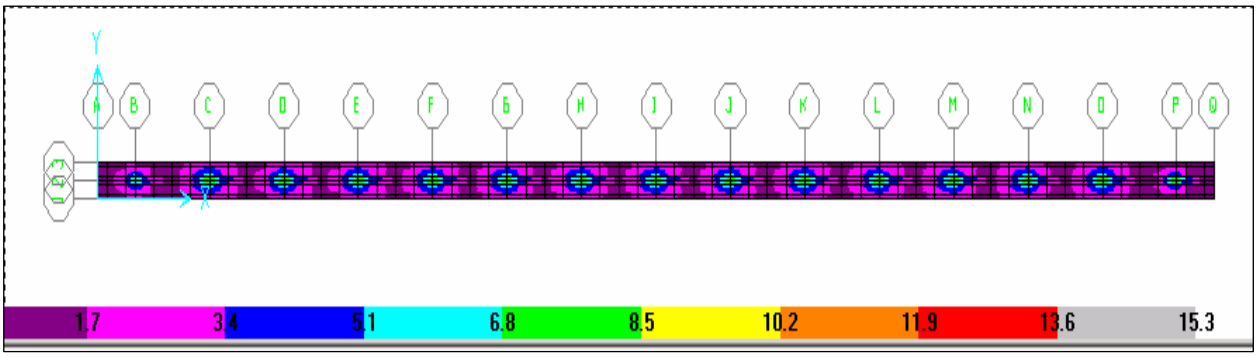
شکل ۱-٤٨ نحوه توزیع لنگر خمشی حداقل در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری در ترکیب بارگذاری طرح



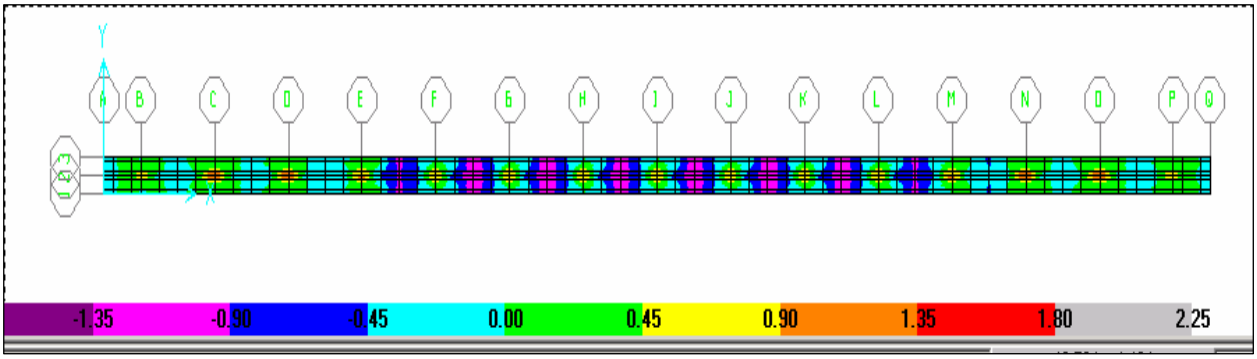
شکل ۱-۴۹ نحوه توزیع لنگر خمشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری در ترکیب بارگذاری طرح



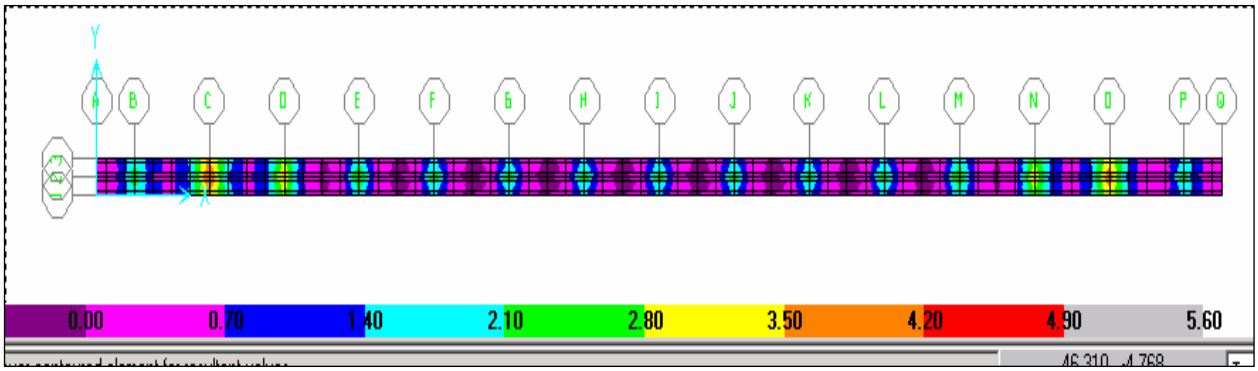
شکل ۱-۵۰ نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در پی سازه گلخانه (تیپ I) با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری در ترکیب بارگذاری طرح



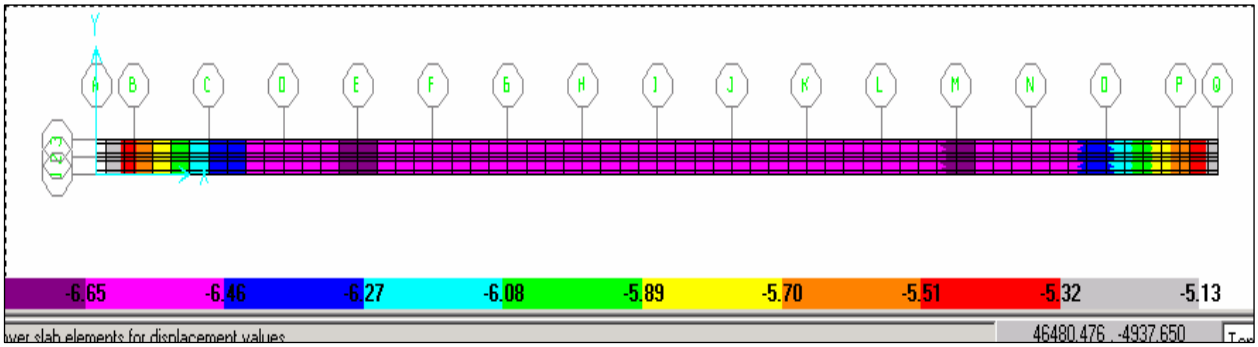
شکل۱-۵۱ نحوه توزیع نیروی برشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ۳متری در ترکیب بارگذاری طرح



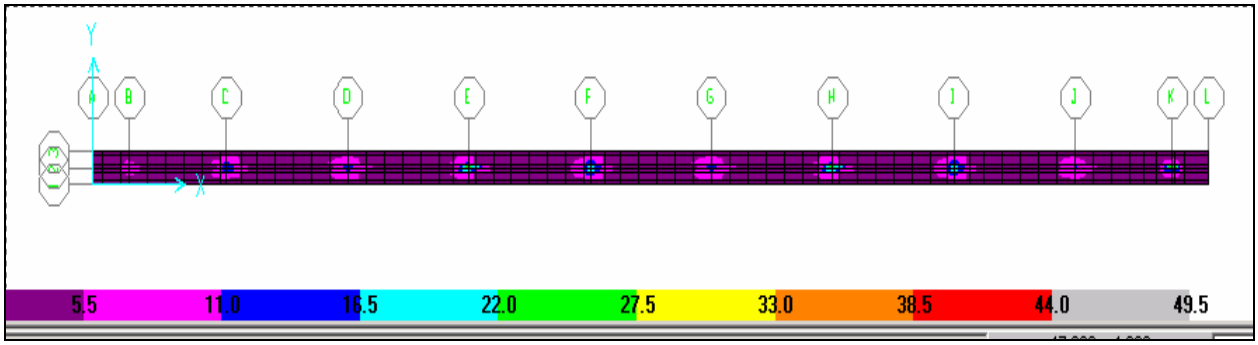
شکل۱-۵۲ نحوه توزیع لنگر خمشی حداقل در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



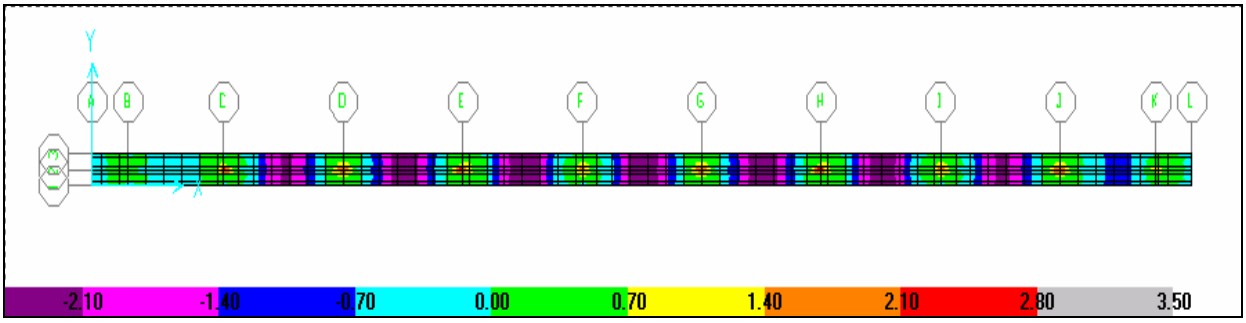
شکل۱-۵۳ نحوه توزیع لنگر خمشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



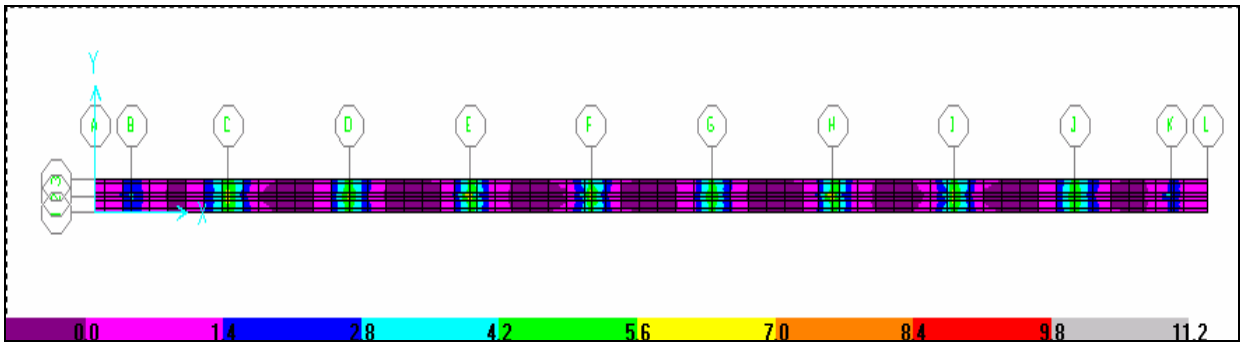
شکل۱-۵٤ نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ۳ متری در ترکیب بارگذاری طرح



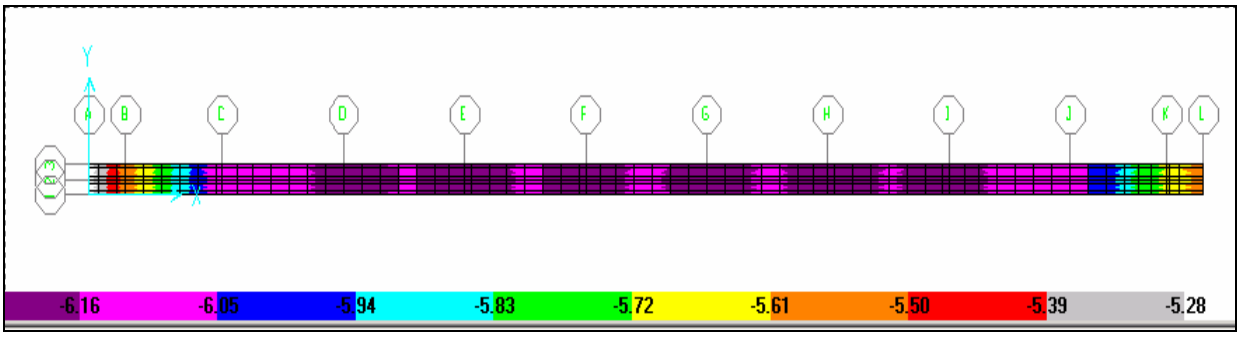
شکل ۱-۵۵ نحوه توزیع نیروی برشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ٤ و٥ متری در ترکیب بارگذاری طرح



شکل۱-٥٦ نحوه توزیع لنگر خمشی حداقل در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری در ترکیب بارگذاری طرح



شکل ۱-۵۷ نحوه توزیع لنگر خمشی حداکثر در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری در ترکیب بارگذاری طرح



شکل ۱-۵۸ نحوه توزیع تغییر مکان ایجاد شده در پی سازه گلخانه (تیپ II) با فاصله قابهای ٤ و٥ متری در ترکیب بارگذاری طرح

۱-۳-۲-۳- کنترل نتایج تحلیل سازه

باتوجه به نتایج بدست آمده در مورد سازه‌های گلخانه‌ای تیپ‌های (۱) و (۲) بایستی موارد ذیل کنترل گردد:

(الف)- تغییر مکان حداکثر سازه

(ب)- مقدار تغییر ایجاد شده در پی سازه

اشکال مربوط به تغییر مکان‌های سازه فرضی نشان می‌دهد که حداکثر تغییر مکان سازه در سقف گلخانه با فرم قوسی و شیبدار به ترتیب برابر ۲۰/۲۱ و ۱۰/۶۶ میلی متر می‌باشند. با در نظر گرفتن مقدار حداکثر تغییر مکان مجاز طبق آئین نامه ۲۸۰۰ ایران در مورد سازه گلخانه با سقف قوسی و شیبدار این مقدار به ترتیب برابر ۲۵ و ۳۴ میلی متر می‌گردد .با مقایسه تغییر مکان ایجاد شده و تغییر مکان حداکثر مجاز مشخص می‌گردد که تغییر مکان مذکور در حد مجاز است.

اشکال مربوط به تغییر مکانهای پی سازه نیز نشان می‌دهد که حداکثر تغییر مکان ایجاد شده در پی سازه‌های با سقف قوسی و شیبدار به ترتیب برابر ۶ و ۸/۴۸ میلی متر است که با مقادیر مجاز آئین نامه ACI بایستی کنترل گردد. آئین نامه(ACI) متذکر می‌شود که در مورد پی‌های بتنی مقدار حداکثر تغییر مکان بایستی طبق بند (۳ـ۵ـ۹) باشد. این مقدار برابر $\frac{L}{180}$ می باشد که در آن (L) طول بزرگتر پی می‌باشد که در مورد پی‌های نواری سازه مذکور برابر ۸/۳۳ میلی متر می‌شود. با مقایسه تغییر مکـــان ایجاد شـــده و تغییر مکان مجـاز مشخص می گردد که تغییر مکانهای ایجاد شده مربوط به پی‌های بتنی در حد مجاز می‌باشد.

۱-۳-۳- طراحی سازه (Design)

با استفاده از نتایج بدست آمده در بخش قبل، طراحی سازه گلخانه‌های تیپ مطابق با آئیـن‌نامه (AISC-89) انجام می‌شود. سازه‌های گلخانه‌ای شامل طراحی سه بخش می‌شود-

(الف)- طراحی تیرها

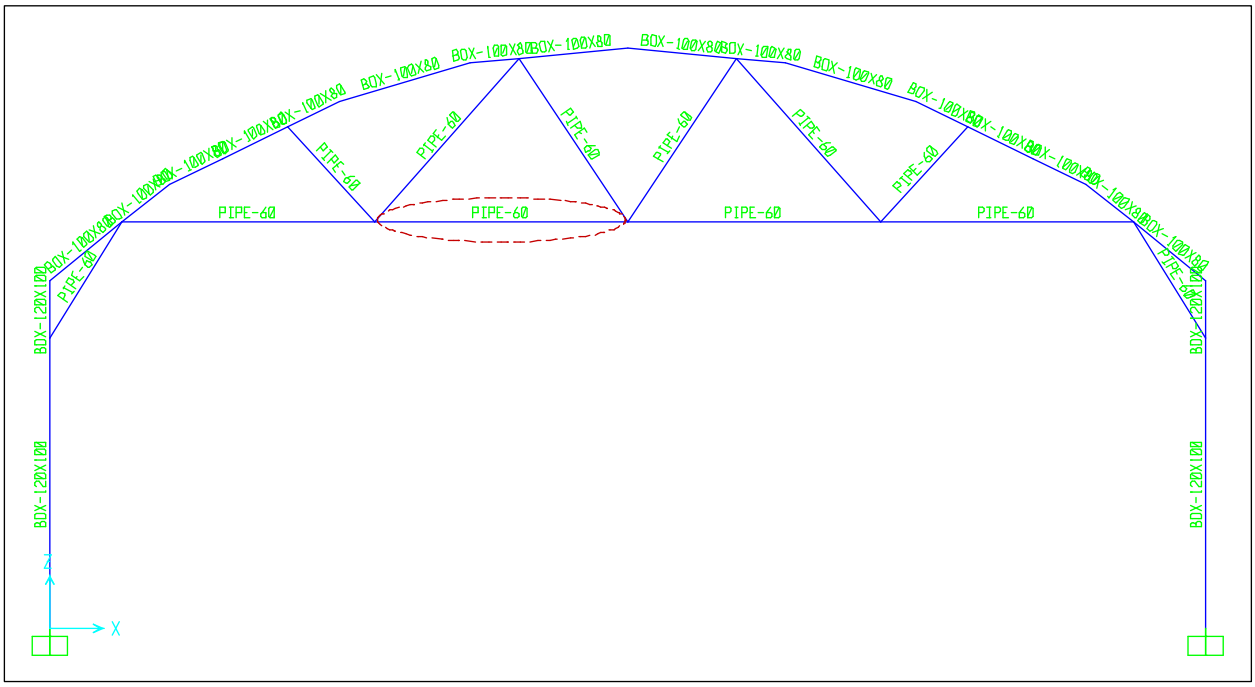
(ب)- طراحی ستون‌ها

(ج)- طراحی پی‌ها

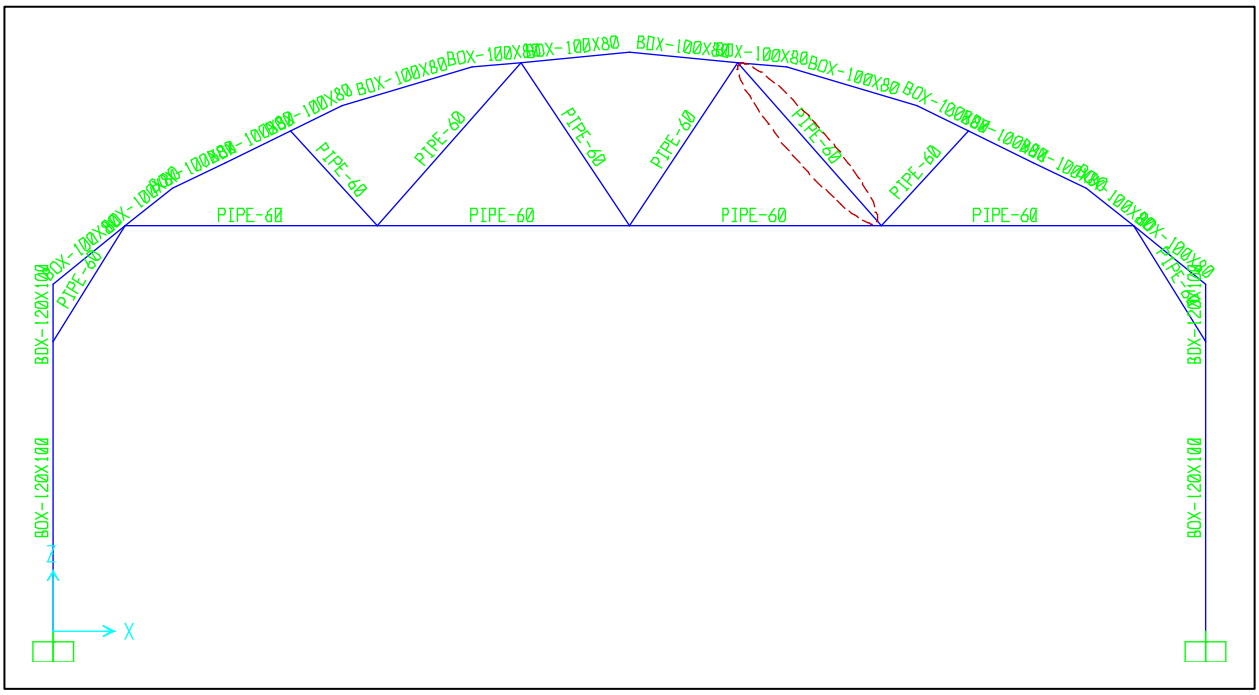
برنامه کامپیوتری (SAP) قادر است که طراحی اجزاء قاب (FRAME) که شامل تیرها و ستون‌ها می‌باشد را به صورت اتوماتیک انجام دهد و همچنین کاربر قادر است که آئین‌نامه مورد نظر طراحی را انتخاب کند. برای طراحی تیرها و ستون‌ها از آئین نامه فولاد امریکا (AISC_89) و برای طراحی پی‌ها از آئین‌نامه بتن امریکا (ACI 318_99) استفاده شده است. البته برای کنترل نتایج بدست آمده از برنامه در هر سازه یک تیر و یک ستون به صورت نمونه طراحی شده است. طراحی پی‌های بتنی نیز از طریق کنترل نتایج آنالیز تنش برنامه (SAFE) انجام می گیرد.

۱-۳-۳-۱- طراحی تیرها

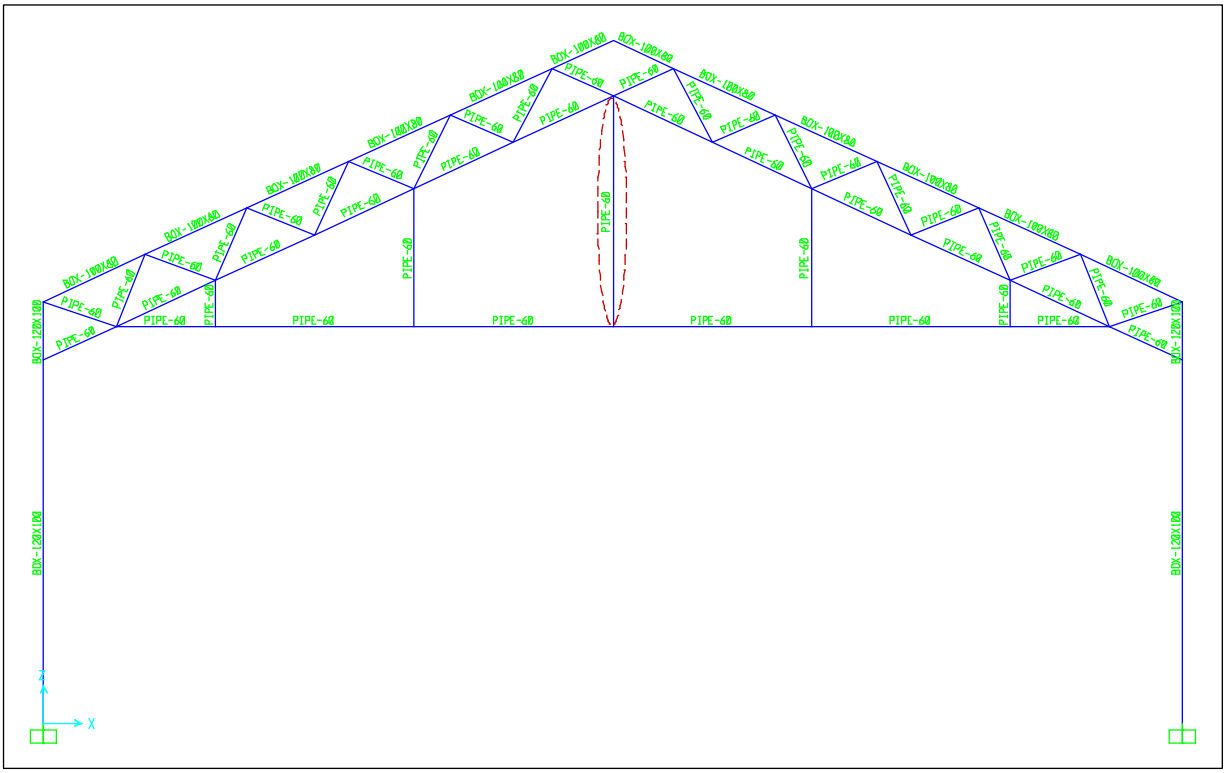
بـــرای کنترل طراحی تیرها، یکی از تیرهای دهانه ابتدائی سازه‌های با فاصله قابهای ۳ و ۵ متری مطابق اشکال (۱-۵۹) الی (۱-۶۲) انتخاب شده است. بر اساس بارهای وارده روی این تیرها، مقادیر نیروی برشی و لنگرخمشی تیر محاسبه شده است. همچنین مقدار تنش وارده به ازای بارگذاری فوق محاسبه شده و با تنش مجاز مقایسه گردیده است. جدول (۱-۹) نتایج بدست آمده برای این تیرها و جدول (۱-۱۰) مقدار تنش وارده به مقطع و نوع آن را نشان می‌دهد.



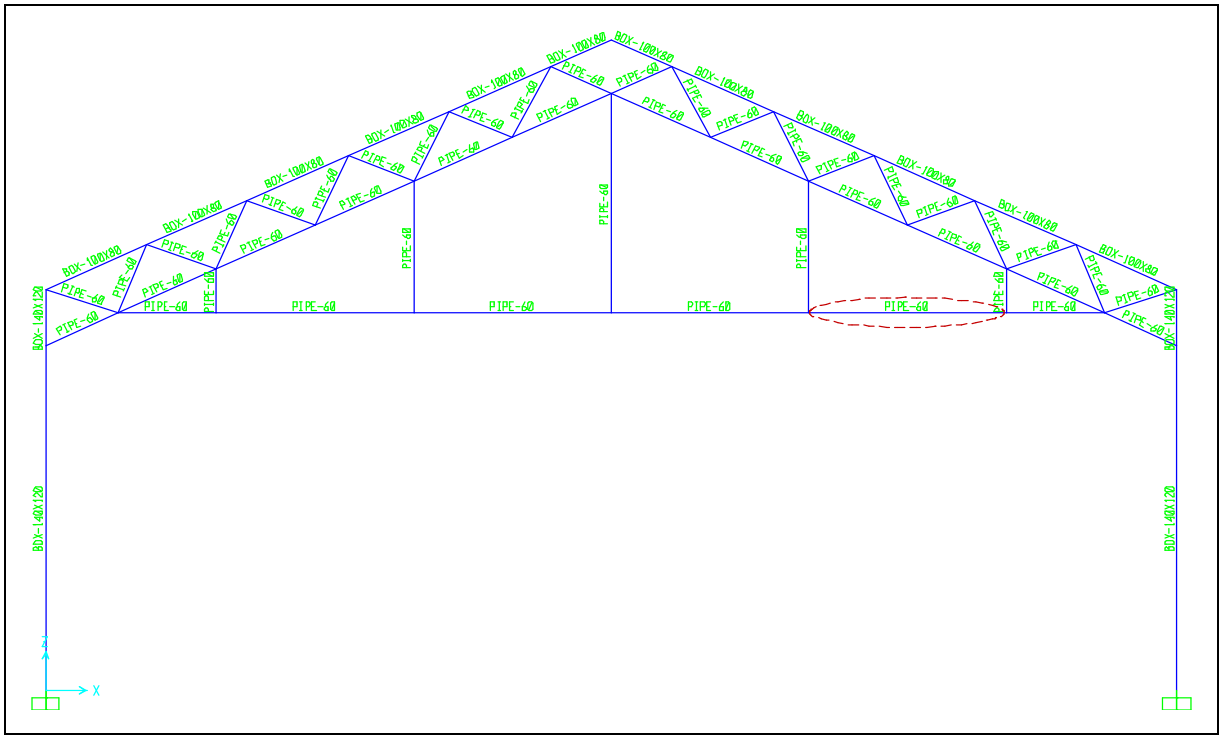
شکل ۱-۵۹ مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه قوسی با فاصله ۳ متری و تیر مورد نظر



شکل ۱-٦۰ مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه قوسی با فاصله ٤ و ٥ متری و تیر مورد نظر



شکل ۱-۶۱ مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه شیبدار با فاصله ۳ متری و تیر مورد نظر



شکل ۱-۶۲ مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه شیبدار با فاصله ٤ و ٥ متری و تیر مورد نظر

جدول شماره ۱-۹- مقادیر نیروی برشی و لنگرخمشی برای تیرهای مربوط به قابهای متفاوت

نوع سقف	نوع عضو	مقطع تیر mm	بار مرده Kg/m	بار زنده Kg/m	بار برف Kg/m	بار باد Kg/m	طول تیر m	نیروی محوری با ضریب Kg	نیروی برشی با ضریب Kg	لنگرخمشی با ضریب Kg.m
قوسی	خرپائی افقی	لوله ۶۰	—	۱۰۰	—	—	۲/۱۴	۲۰۳۶/۹۷	۲۳/۲۰	۵۹/۵۷
قوسی	خرپائی مورب	لوله ۶۰	—	—	—	—	۱/۸۶۵	۵۷۶/۸۰	۰/۰۰	۲/۳۹
شیبدار	خرپائی عمودی	لوله ۶۰	—	—	—	—	۲/۳۰	۲۳۱/۱۶	۰/۰۰	۰/۰۰
شیبدار	خرپائی افقی	لوله ۶۰	—	۱۰۰	—	—	۱/۹۵	۳۰۷۱/۵۱	۰/۰۰	۵۱/۷۵

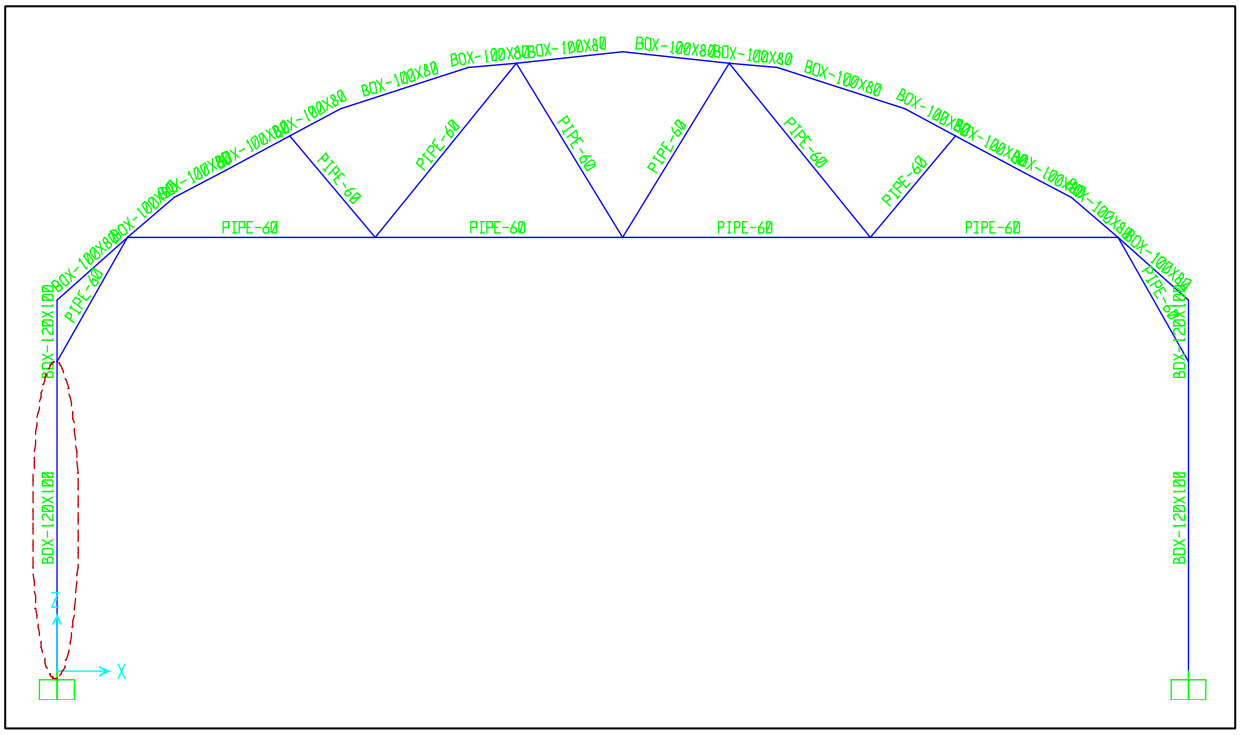
جدول شماره ۱-۱۰مقادیر تنش اعمال شده بر روی تیرهای نمونه و تنش مجاز در سازه فرضی

نوع سقف	نوع عضو	تنش فشاری ایجاد شده (T/m^2)	تنش خمشی ایجاد شده (T/m^2)	تنش برشی ایجاد شده (T/m^2)	ملاحظات
قوسی	خرپائی افقی	۱۹۰۳/۲۳	۴۵۷۶/۹۶	۴۲/۹۵	اثرات پیچش قابل صرفنظر است.
قوسی	خرپائی مورب	۵۳۸/۹۲	۱۸۳/۶۰	۰/۰۰	اثرات پیچش قابل صرفنظر است.
شیبدار	خرپائی عمودی	۲۱۵/۹۸	۰/۰۰	۰/۰۰	اثرات پیچش قابل صرفنظر است.
شیبدار	خرپائی افقی	۲۸۶۹/۸۵	۳۹۷۶/۲۱	۰/۰۰	اثرات پیچش قابل صرفنظر است.

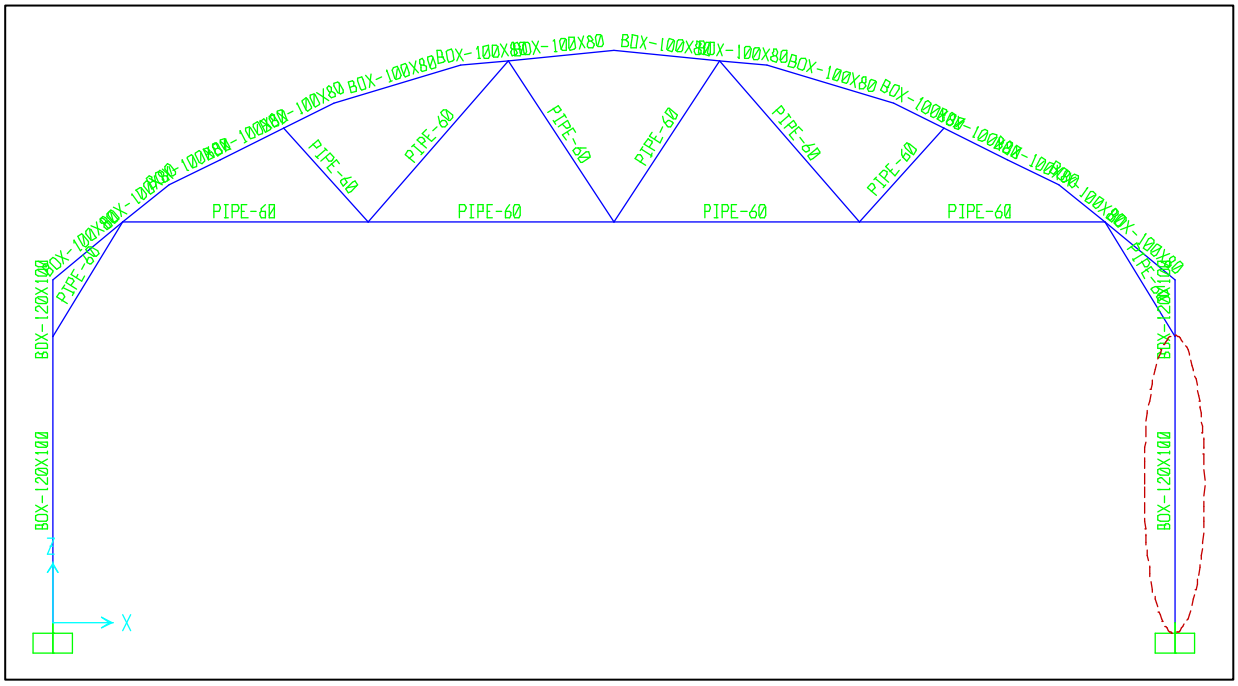
*** مقادیر تنش‌های فشاری، خمشی و برشی طبق آئین نامه در حد مجاز می‌باشد.**

۱-۳-۳-۲- طراحی ستون‌ها

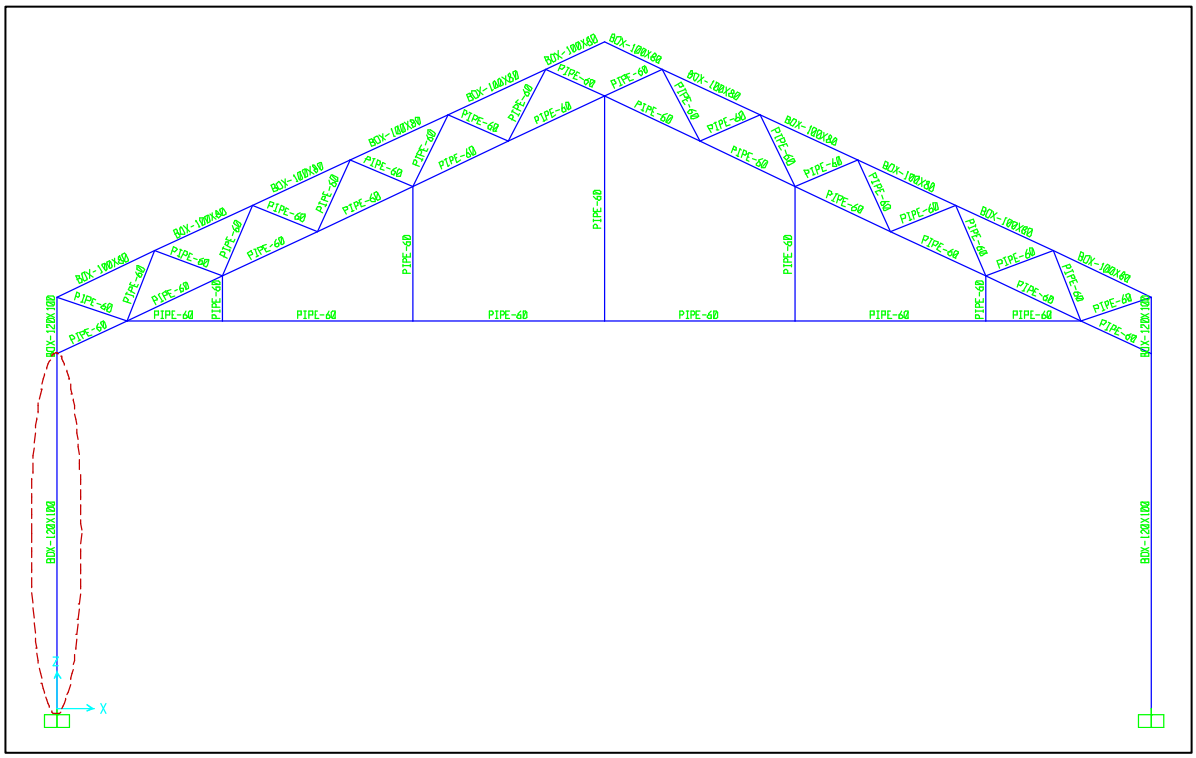
برای کنترل نتایج طراحی ستـون‌ها نیز به روش مشـابه در بخش تیرها، یکی از ستـــــون‌های دهانه ابتدائی سازه‌های با فاصله قابهای ۳ و ۵ متری مطابق شکل (۱-۶۳) الی (۱-۶۵) انتخاب شده است. مقادیر بارهای وارده روی این ستون‌ها و همچنین مقادیر نیروی برشی، نیروی محوری و لنگرخمشی ستون محاسبه گردیده است. جدول (۱-۱۱) نتایج بدست آمده برای این ستون‌ها را نشان می‌دهد. جدول (۱-۱۲) نیز مقدار تنش وارده به مقطع و نوع آن را مشخص می‌کند.



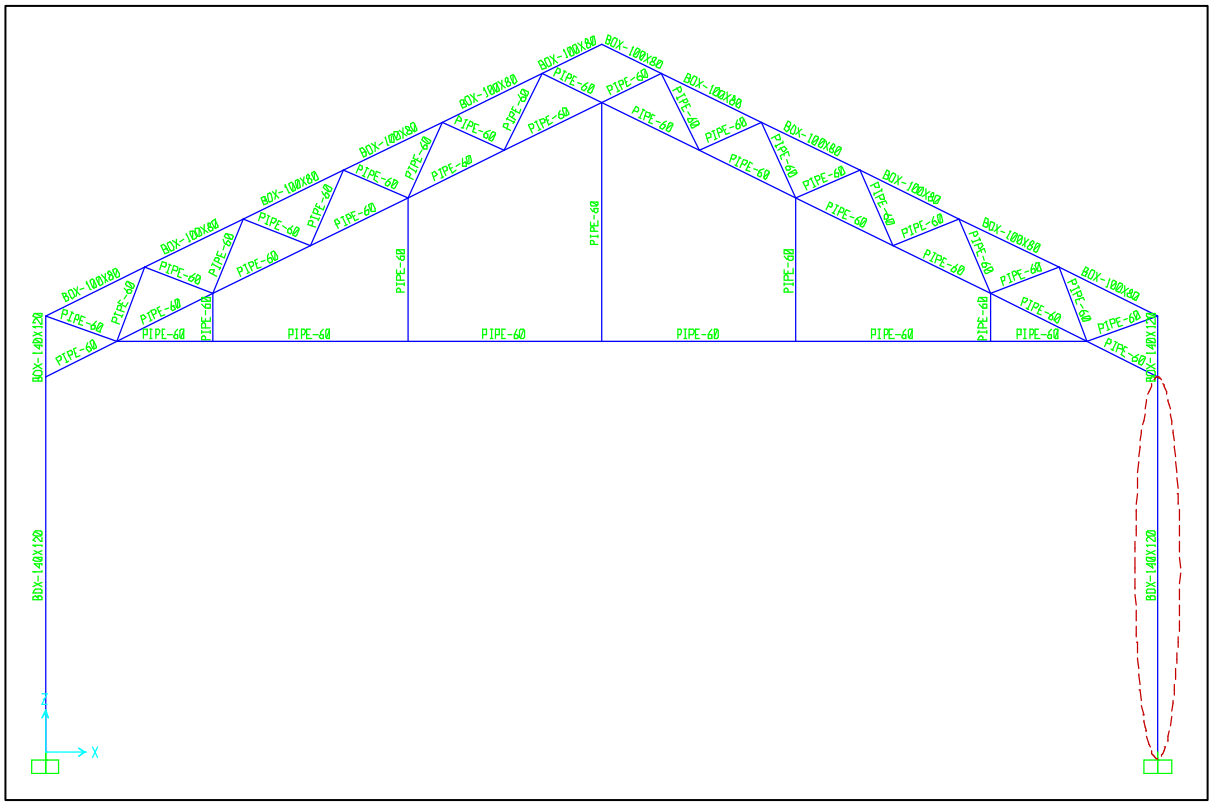
شکل۱-۶۳ مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه قوسی با فاصله قابهای ۳ متری و ستون مورد نظر



شکل ۱-٦٤ مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه قوسی با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری و ستون مورد نظر



شکل۱-٦٥ مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه شیبدار با فاصله قابهای ۳ متری و ستون مورد نظر



شکل ۱-٦٦ مقطع قاب ابتدایی سازه گلخانه شیبدار با فاصله قابهای ٤ و ٥ متری و ستون مورد نظر

جدول شماره ۱-۱۱- مقادیر نیروی محوری، برشی لنگر خمشی برای ستون‌های نمونه طبقات

نوع سقف	نوع عضو	مقطع ستون mm	بار مرده Kg/m	بار زنده Kg/m	بار برف Kg/m	بار باد Kg/m	طول ستون m	نیروی محوری با ضریب Kg	نیروی برشی با ضریب Kg	لنگرخمشی با ضریب (m)_Kg
قوسی	ستون چپ	قوطی* ۱۲۰×۱۰۰	—	—	—	۱۲۰	۲/۵۰	۱۱۶۴/۴۳	۷۲۹/۹۲	۹۷۳/۳۵
قوسی	ستون راست	قوطی ۱۲۰×۱۰۰	—	—	—	۶۰	۲/۵۰	۱۱۰۳/۷۳	۷۸۸/۷۰	۱۱۵۳/۰۸
شیبدار	ستون چپ	قوطی ۱۲۰×۱۰۰	—	—	—	۲۱۰	۳/۶۰	۱۹۸۳/۵۰	۴۶۵/۹۲	۵۷۹/۷۸
شیبدار	ستون راست	قوطی ۱۴۰×۱۰۰	—	—	—	۲۱۰	۳/۶۰	۵۵۷۲/۰۶	۲۶۵/۵۲	۵۱۳/۹۸

* پروفیل با مقطع مستطیل شکل

جدل شماره ۱-۱۲- مقادیر تنش‌های فشاری، خمشی و برشی طبق آئین نامه در حد مجاز می‌باشد.

نوع سقف	نوع عضو	تنش فشاری ایجاد شده (T/m^2)	تنش خمشی ایجاد شده (T/m^2)	تنش برشی ایجاد شده (T/m^2)	ملاحظات
قوسی	ستون چپ	۴۴۲/۲۹	۱۰۷۸۹/۷۱	۴۷۸/۹۵	اثرات پیچش قابل صرفنظر است.
قوسی	ستون راست	۴۱۹/۲۴	۱۲۷۸۲/۱۲	۵۱۷/۵۲	اثرات پیچش قابل صرفنظر است.
شیبدار	ستون چپ	۷۵۳/۴۱	۶۴۲۶/۹۵	۳۰۵/۷۲	اثرات پیچش قابل صرفنظر است.
شیبدار	ستون راست	۱۴۲۷/۲۷	۳۲۹۶/۰۰	۱۱۸/۵۳	اثرات پیچش قابل صرفنظر است.

۱-۳-۳-۳- طراحی پی‌ها

برای طراحی پی‌های سازه از نتایج تنش بدست آمده توسط برنامه (SAFE)، استفاده شده است. سپس براساس این تنش‌ها مقادیر لنگر خمشی و برشی وارده به پی محاسبه می شود. جدول (۱-۱۳) مقادیر لنگر خمشی و برشی با ضریب وارده به پی و جدول (۱-۱۴) مقدار آرماتور مصرفی پی را مشخص می‌کند.

جدول شماره ۱-۱۳- مقادیر نیروی برشی و لنگر خمشی وارده به پی از ستون‌های سازه

نوع پی	بارمرده (T/m^2)	بارزنده (T/m^2)	نیروی برشی با ضریب (T/m)	لنگر خمشی با ضریب (T m/m)
نواری بر روی بستر ارتجاعی	۱/۴۴	۰/۵۰	۲۶/۴۲	۵/۱۴

جدول شماره۱-۱٤ مقادیر سطح مقطع و نوع آرماتور لازم برای پی‌های بتنی سازه فرضی

نوع پی	سطح مقطع آرماتور مصرفی طولی $As_1(cm^2/m)$	سطح مقطع آرماتور مصرفی عرضی $As_1(cm^2/m)$	نوع آرماتور مصرفی طولی (1/m)	نوع آرماتور مصرفی عرضی (1/m)
نواری بر روی بستر ارتجاعی	۶/۱۷	۳/۶۴	14 @ 15 cm c/c	16 @ 15 cm c/c

۱-۳-۳-٤- طراحی صفحه ستون‌ها

برای طراحی صفحه ستونها از نتایج نیروهای محوری و گشتاور بدست آمده توسط برنامه (SAP)، استفاده می شود. سپس براساس این مقادیر، با استفاده از برنامه (WINBASE) صفحه ستون مورد نظر محاسبه می گردد. جدول (۱-۱۵) مقادیر حداکثر نیروی برشی، نیروی کششی، تنش خمشی ایجاد شده و نوع میل مهاری را برای سازه فرضی نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱-۱۵- مقادیر نیروی برشی و کششی میل مهاری‌ها در هر تیپ صفحه ستون

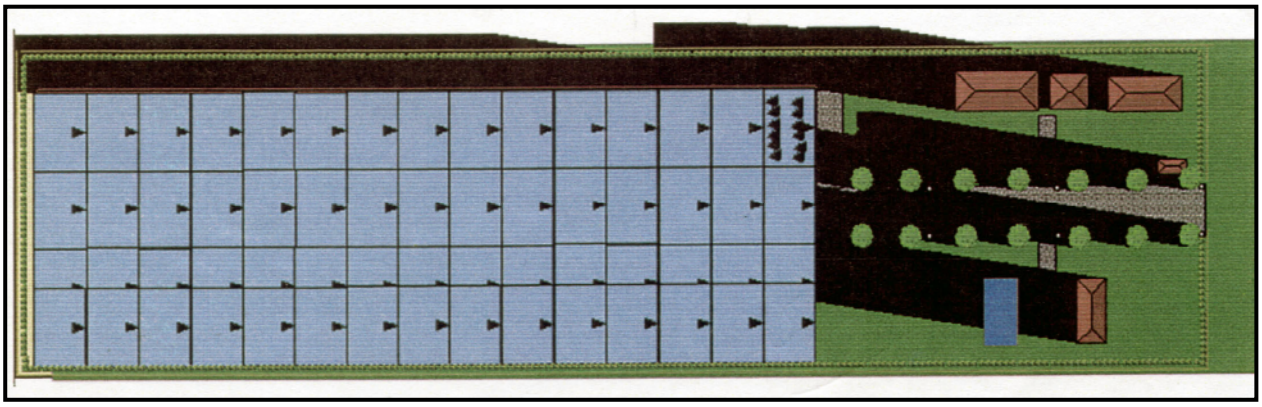
نوع صفحه ستون	ابعاد صفحه ستون (mm)	حداکثر نیروی برشی در هر آرماتور مهاری (Ton)	حداکثر نیروی کششی در هر آرماتور مهاری (Ton)	تنش خمشی ایجاشده در جهت x(Mpa)	تنش خمشی ایجاد شده در جهت y (Mpa)
مستطیلی تیپ I به همراه ۸ آرماتور مهاری	۳۵۰×۳۵۰×۱۵	۰/۳۰۲	۶/۶۳	۶۹/۰۱	۹۱۵/۱۰
مستطیلی تیپ II به همراه ۸ آرماتور مهاری	۳۰۰×۳۰۰×۲۰	۰/۱۸۲	۴/۴۵	۵۲/۵۰	۲۶۸/۶

*** مقادیر تنش ایجاد شده در روی صفحه ستون در جهت x و y با مقدار تنش مجاز که برابر Mpa ۱۸۰ می‌باشد، مقایسه شده است. جهت تأمین تنش در جهت y از دو عدد کچلی به ابعاد ۱۰×۱۵۰×۱۵۰ میلی‌متر استفاده می‌گردد.**

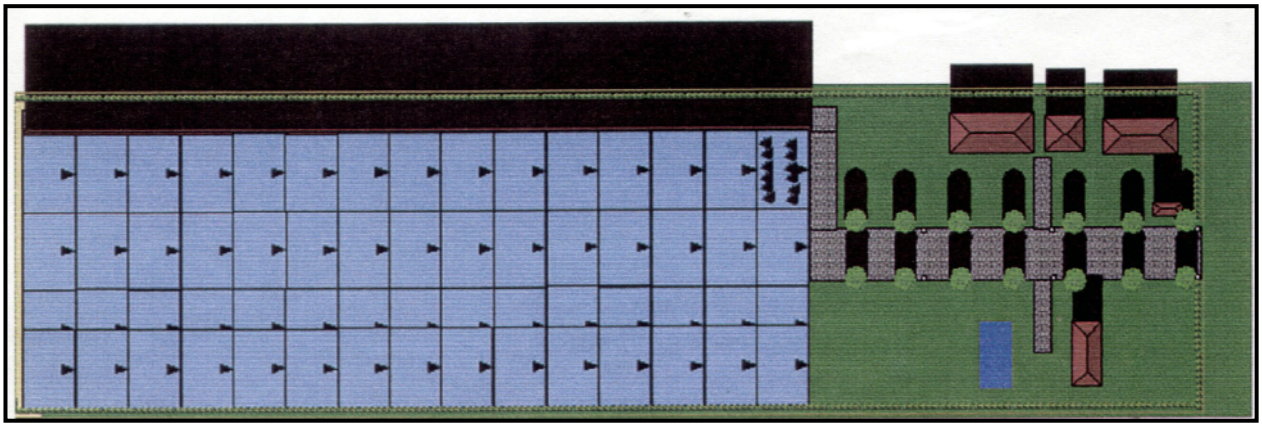
۱-۳-۳-۵- وضعیت سایه‌اندازی

از آنجا که سایه‌اندازی ساختمان‌های جانبی روی گلخانه و نیز سایه‌اندازی گلخانه‌ها روی یکدیگر بسیار اهمیت دارد (به لحاظ کاهش کیفیت محصول) لذا بررسی وضعیت سایه‌اندازی درطراحی سایت‌های گلخانه‌ای نیز همراه با محاسبه و طراحی سازه ، انجام می‌گیرد.

در اشکال ارایه شده در این قسمت (۱-۶۷ الی ۱-۷۰) وضعیت سایه‌اندازی گلخانه‌ها و تأسیسات فرضی آن در دو مقطع زمانی صبح و ظهر در هر یک از فصل‌های سال نشان داده شده است.

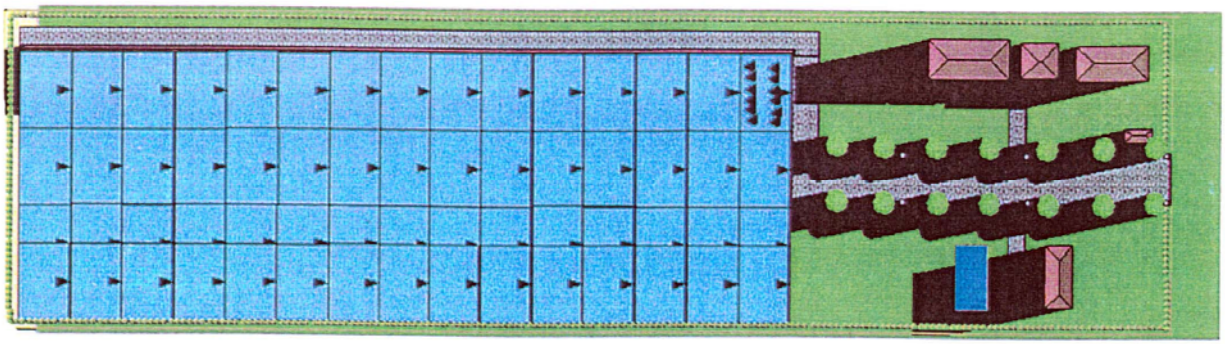


(صبح فروردین)

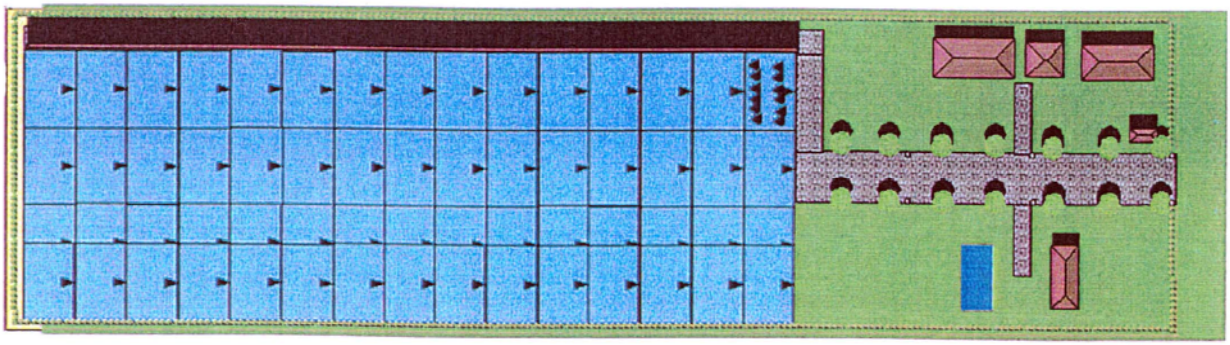


(ظهر فروردین)

شکل ۱-۶۷ سایه اندازی گلخانه‌ها و تاسیسات (صبح و ظهر فروردین)

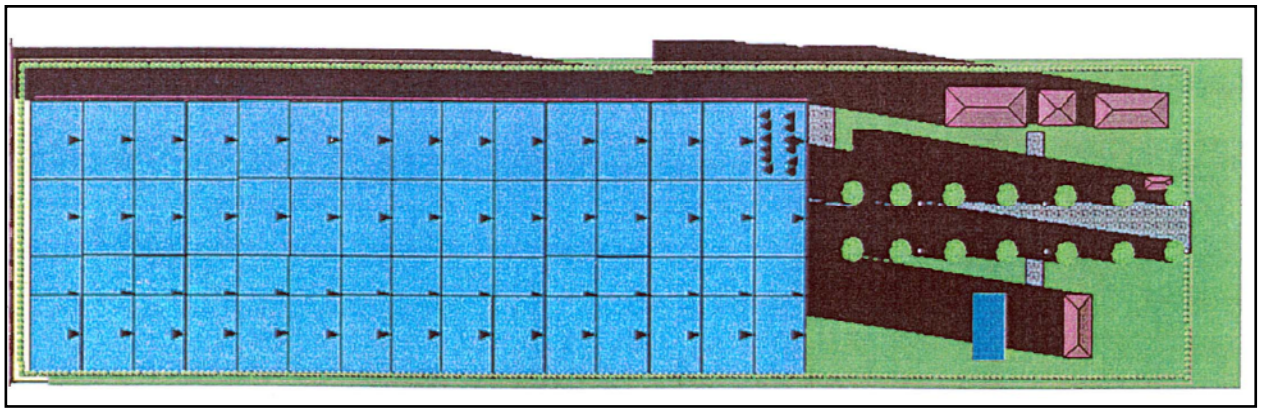


(صبح تیر)

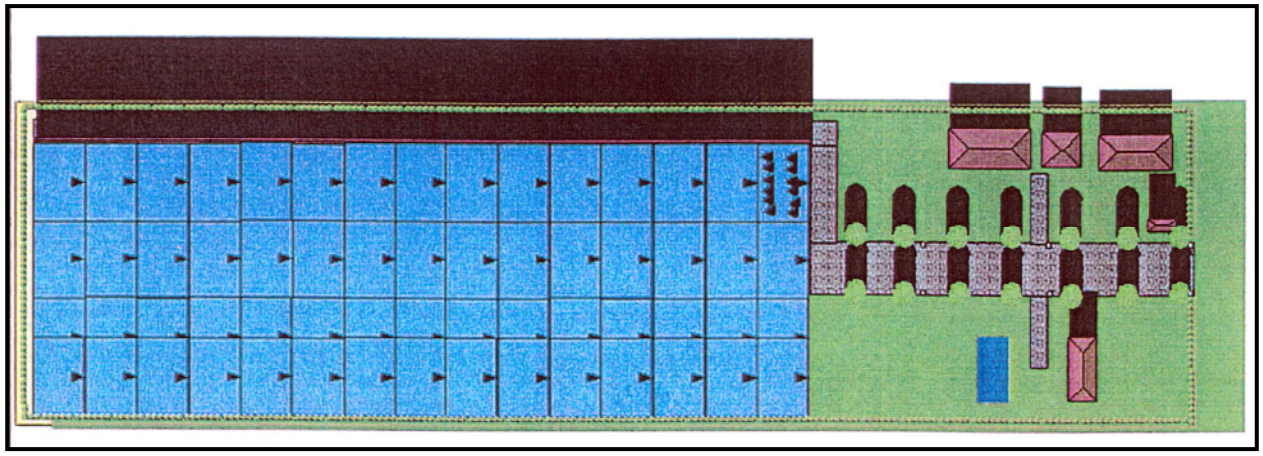


(ظهر تیر)

شکل۱-۶۸ سایه اندازی گلخانه‌ها و تاسیسات (صبح و ظهر در تیر ماه)

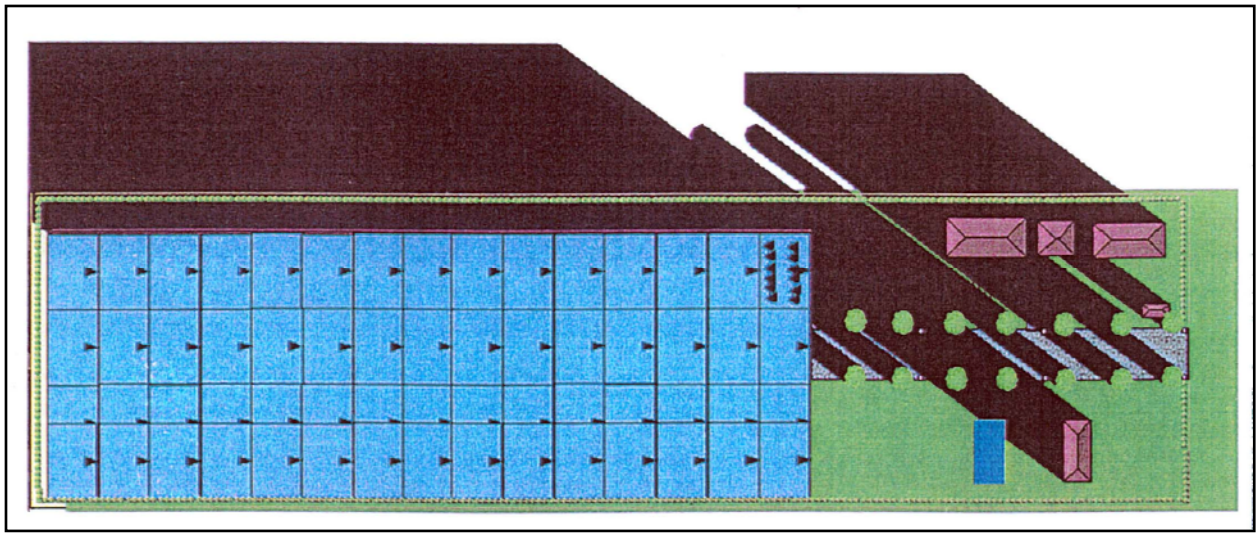


(صبح مهر)

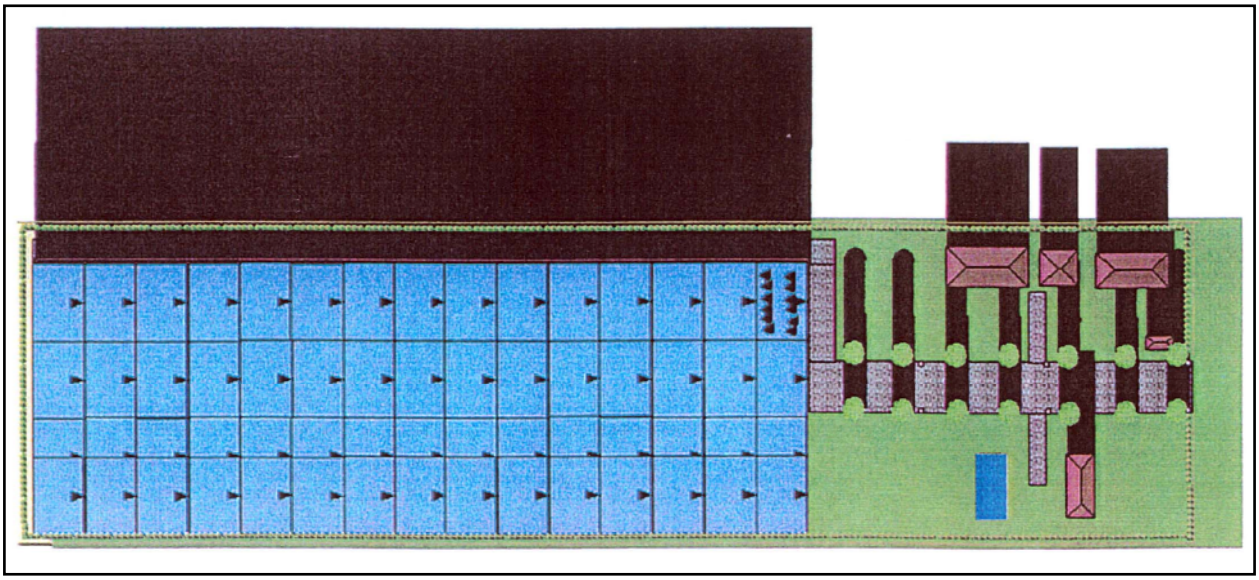


(ظهر مهر)

شکل ۱-۶۹ سایه اندازی گلخانه‌ها و تاسیسات (در صبح و ظهر مهر ماه)



(صبح دی)



(ظهر دی)

شکل۱-۷۰ سایه اندازی گلخانه‌ها و تاسیسات (در صبح و ظهر دی ماه)

۱-٤- تجهیزات داخلی گلخانه

۱-٤-۱- تهویه و سرمایش گلخانه و ضوابط مربوط به آن ها

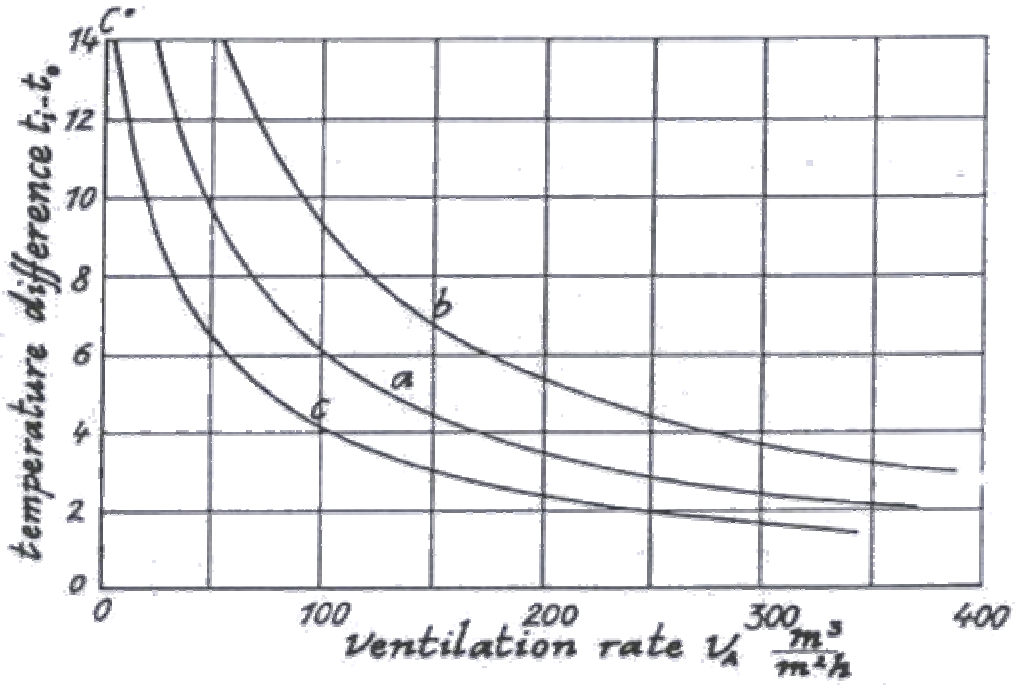
تهویه عملاً بخشی از سازه گلخانه محسوب می‌گردد. در واقع کوتاهی در پیش‌بینی و محاسبه صحیح تهویه در هنگام ساخت سازه موجب کاهش مطلوبیت عوامل محیطی داخلی گلخانه خواهد شد. انجام تهویه به دلایل زیر صورت می‌گیرد:

۱. تجدید اکسیژن و دی اکسید کربن در داخل گلخانه
۲. کنترل دمای گلخانه
۳. کنترل رطوبت گلخانه

برای دستیابی به یک محیط تولیدی مطلوب برای رشد گیاه، تهویه عامل اساسی به شمار می‌رود و به شدت تابش در منطقه، دما و رطوبت محیط بیرون و داخل گلخانه بستگی دارد.

تعاریف

- تهویه طبیعی – تهویه از طریق پنجره های کناری و سقفی
- تهویه اجباری – تهویه دینامیک (پویا) که توسط هواکش‌ها صورت می‌گیرد.
- نسبت حجم هوای تبادل شده(V) به نسبت حجم گلخانه (VG) که برابر است با – $Z=\frac{V}{VG}$ (متر مکعب در ساعت)
- نسبت هوای تبادل شده به نسبت مساحت گلخانه – $VA=\frac{V}{AG}$ (متر مکعب به ازای متر مربع در ساعت)



شکل۱-۷۱ مقدار تهویه مورد نیاز براساس تفاوت دمای داخل و خارج گلخانه و میزان تبخیر و تعرق

a= تعرق متعادل در گلخانه

b=گلخانه بدون تعرق

c= تعرق حداکثر

در شکل بالا ملاحظه می‌گردد که اگر بخواهیم با توجه به تبخیر و تعرق محصول ، اختلاف دمای داخل و خارج گلخانه را کاهش دهیم . چه مقدار تهویه به ازای هر متر مربع مورد نیاز است .

برای مثال اگر بخواهیم در شرایط تعرق متعادل در داخل گلخانه (منحنی a) ، اختلاف دمای داخل و بیرون گلخانه را به ۴ درجه سانتیگراد برسانیم ، به ۱۷۰ مترمکعب تهویه در هر ساعت به ازای هر متر مربع نیاز داریم .

برای داشتن تهویه کافی در گلخانه مساحت کل پنجره‌های گلخانه نباید کمتر از ۱۵ تا ۲۵ در صد مساحت کف گلخانه باشد.

$$\frac{Ventarea}{Floorarea}\quad\frac{AV}{AG}=۰/۱۵-۰/۲۵ \qquad (۱۰)$$

مثلاً کل پنجره‌های یک گلخانه ۲۰۰۰ متر مربعی می بایست حداقل ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع باشد. البته این موضوع به منطقه احداث گلخانه نیز بستگی دارد. از سوی دیگر عرض گلخانه نیز با توجه به همین رابطه قابل محاسبه است-

حداکثر عرض مفید گلخانه پیوسته با تهویه طبیعی= $WG=\frac{2*1.5}{0.15}=20m$ (۱۱)

WG = عرض گلخانه

2*1.5 به معنای دو عدد پنجره ۱/۵ متری در کنار گلخانه است .

0.15 حداقل نسبت سطح پنجره ها به سطح گلخانه است .

و اگر قرار است گلخانه های متعدد براین اساس احداث شوند. باید بین هر بلوک با بلوک بعدی حداقل ۲ متر فاصله باشد.

اما تهویه اجباری توسط هواکش ها نیز یکی از روشهای کارآمد برای تهویه مناسب گلخانه است. البته هزینه برق مصرفی و استهلاک هواکش ها نیز باید توجیه داشته باشند.

معیار زیر باید در خصوص تهویه با هواکش ها مدّ نظر باشد-

۱. فاصله هواکش‌ها از یکدیگر نباید بیش از ۸ تا ۱۰ متر باشد.
۲. فشار استاتیک هواکش‌ها باید حدود ۰/۳ اتمسفر (حداقل) باشد.
۳. هواکش‌ها باید روبروی پنجره ها درسمت دیگر گلخانه و در راستای هم و پشت به باد منطقه نصب گردند.
۴. حداقل فاصله بین هواکش‌ها و هر مانعی در مقابل آنها نباید کمتر از ۱/۵ تا ۲ برابر قطر هواکش‌ها باشد. (اگر چه فاصله حداقل در برخی منابع ۱۵ متر ذکر شده است.)
۵. پنجره‌های روبروی هواکش‌ها حداقل می‌بایست به اندازه ۱/۲۵ برابر مساحت هواکش‌ها باز باشند.
۶. سرعت جریان هوا بین هواکش‌ها و پنجره‌ها نباید خیلی زیاد باشد. (معمولاً توصیه می‌گردد که این سرعت بیشتر از یک متر بر ثانیه نباشد.)

۷. هواکش‌ها باید مجهز به پنجره‌های خودکار باشند و به محض خاموش شدن هواکش‌ها بسته شوند. (همین‌طور پنجره‌های تأمین هوا).

ظرفیت هواکش‌ها را می‌توان به شرح زیر محاسبه کرد-

$$V_f\ (m^3/h) = VA\ .\ AG \qquad (۱۲)$$

AG سطح گلخانه (برحسب m^3)

V_A براساس دمای محیط و رطوبت نسبی بدست می آید.

مثال صح

برای دستیابی به شرایطی که در قبل ذکر شد. در یک گلخانه ۱۰۰۰ مترمربعی خواهیم داشت

$$V_f = 170 \times 1000 m^2 = 170000 m^3/_h$$

سیستم سرمایش

اجزای سیستم سرمایش

سیستم سرمایش تبخیری فن و پد از اجزای زیر تشکیل گردیده است:

- پد یا (پوشال) که ممکن است از پوشال باشد و یا از مواد سلولزی
- پمپ تزریق آب که آب را روی پد منتقل می‌نماید.
- مخزن تأمین آب (تانک ذخیره آب)
- لوله‌های انتقال آب و فیلترها
- ناودان‌ها و سیستم تخلیه آب

محدودیتهای استفاده از سیستم سرمایش تبخیری (فن و پد) :

۱. برای استفاده از سیستم سرمایش تبخیری، آب و برق کافی مورد نیاز است.

۲. سیستم سرمایش تبخیری در مناطق دارای رطوبت بالا کارآیی زیادی ندارد.

۳. اگر از مه پاش‌های اضافی در گلخانه استفاده شود ، در آب مصرفی صرفه‌جویی خواهد شد.

۴. در مناطقی که بادهای همراه با گرد و خاک زیاد است. محافظ یا فیلتر خاک لازم است.

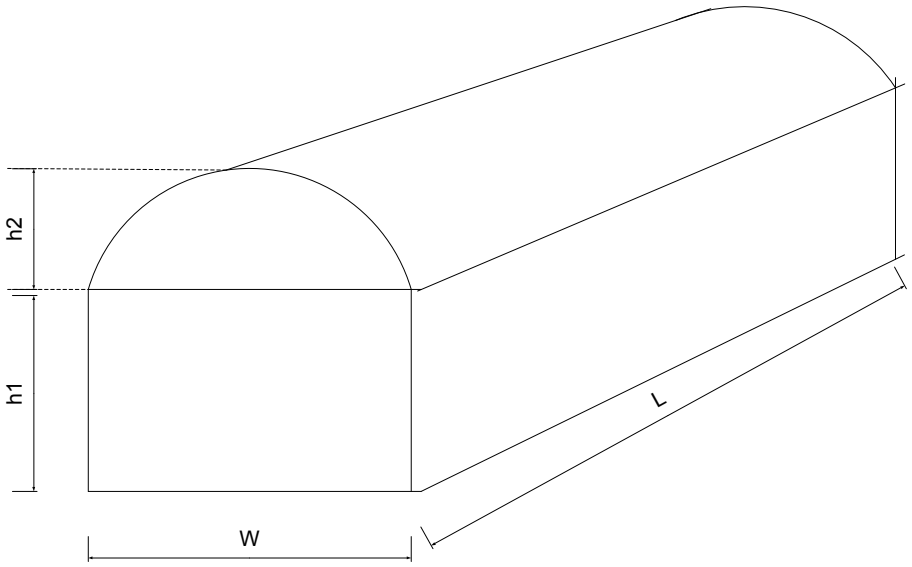
۵. آب مورد استفاده باید در حد امکان خنک نگه داشته شود (مخزن زیرزمینی) .

محاسبه ظرفیت مورد نیاز هواکش ها:

دو راه جهت انجام این کار وجود دارد:

۱. محاسبه تهویه مورد نیازبراساس حجم گلخانه

$$VG = \{(wxh1)L + (h2xwx0.667)L\} \qquad (۱۳)$$



مثال۱ – تهویه مورد نیاز یک گلخانه به ابعاد زیر را به روش حجمی به دست آورید :

عرض دهانه – ۸ متر تعداد دهانه – ۳

طول گلخانه – ۴۰ متر ارتفاع زیر ناودان – ۴ متر ارتفاع نهایی – ۵/۵ متر

حل– با استفاده از رابطه مربوطه :

VG = {(w x h1) L + (h2 x w x 0.667)L}
VG = {(8 x 4) 40 + (1.5 x 8 x 0.667)40} x 3
VG = 30720 m3

بنابراین نیاز تهویه گلخانه در هر دقیقه حدود ۳۰۷۲۰ متر مکعب خواهد شد. که با تصحیح آن با استفاده از جداول شماره (۱–۱۶ تا۱–۱۸) خواهیم داشت :

/min 46080 m3 30720 x 1 x 1.5 x 1.3

اما از آنجا که در سرمایش و تهویه گلخانه عموماً محدوده کانوپی گیاه مورد نظر است . لذا از روش استاندارد زیر بیشتر استفاده می‌گردد :

۲. تخمینی به روش (NGMA)

حداقل ظرفیت مورد نیاز ۲/۱ × عرض × طول

حداکثر ظرفیت مورد نیاز ۳ × عرض × طول

مثال ۲ – مساله بالا را به روش تخمینی محاسبه نمایید .

40 x 24 x 3 = 2880 m3/min ظرفیت کل خام

سپس عدد به دست آمده در رابطه بالا را توسط جداول (۱–۱۶) تا (۱–۱۸) تصحیح می‌کنیم. که در نهایت حجم هوایی که باید در هر دقیقه تخلیه گردد به دست می‌آید.

2880 x 1.75 = 5040 m3/min ظرفیت کل اصلاح شده (توسط جداول استاندارد)

معمولاً بزرگترین ضریب تصحیح را درنظر می‌گیریم.

عدد ۱/۷۵ از جداول تصحیح با توجه به شرایط ارتفاع محل گلخانه، فاصله فن تا پد و دمای مجاز انتخابی بدست آمده است.

جدول شماره ۱-۱۶- فاکتورهای مورد استفاده برای اصلاح سرعت حرکت هوا برای فواصل مختلف تشک تا پنکه

فوت	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	٤۰	٤۵	۵۰	۵۵	٦۰	٦۵	۷۰	۷۵	۸۰	۸۵	۹۰	۹۵	۱۰۰ و بیشتر
متر	۶/۱	۷/۶	۹/۱	۱۰/۷	۱۲/۲	۱۳/۷	۱۵/۲	۱۶/۸	۱۸/۳	۱۹/۸	۲۱/۳	۲۲/۹	۲۴/۴	۲۵/۹	۲۷/۴	۲۹	۳۰/۵
F	۲/۲۴	۲	۱/۸۳	۱/۶۹	۱/۵۸	۱/۴۸	۱/۴۱	۱/۳۵	۱/۲۹	۱/۲۴	۱/۲۰	۱/۱۶	۱/۱۲	۱/۰۸	۱/۰۵	۱/۰۲	۱

جدول شماره ۱-۱۷- فاکتورهای مورد استفاده برای اصلاح سرعت جابجایی هوا در ارتفاعات مختلف بالاتر از سطح دریا

فوت	کمتر از ۱۰۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	٤۰۰۰	۵۰۰۰	٦۰۰۰	۷۰۰۰	۸۰۰۰
متر	کمتراز ۳۰۰	۳۰۰	۶۰۰	۹۰۰	۱۲۰۰	۱۵۰۰	۱۸۸۰۰	۲۱۰۰	۲۴۰۰
F	۱	۱/۰۴	۱/۰۸	۱/۱۲	۱/۱۶	۱/۲۰	۱/۲۵	۱/۳۰	۱/۳۶

جدول شماره ۱-۱۸- فاکتورهای مورد استفاده برای تصحیح سرعت جابجایی هوا برای افزایش دماهای (تشک تا پنکه) مختلف داده شده

فوت(درجه)	۱۰	۹	۸	۷	٦	۵	٤
سانتی گراد (درجه)	۵/۶	۵	۴/۴	۳/۹	۳/۳	۲/۸	۲/۲
F	۰/۷	۰/۷۸	۰/۸۸	۱	۱/۱۸	۱/۴	۱۴/۷۵

- محاسبه سطح پَد مورد نیاز

نظر به اینکه برای خروج هر ۷۳ متر مکعب هوا در دقیقه به یک متر مربع پَد نیاز می‌باشد (استاندارد آمریکا) ظرفیت فن محاسبه شده را بر عدد ۷۳ $PA = V/73$ تقسیم می‌کنیم تا سطح پَد به متر مربع بدست آید. (پد سلولزی) (۱۴)

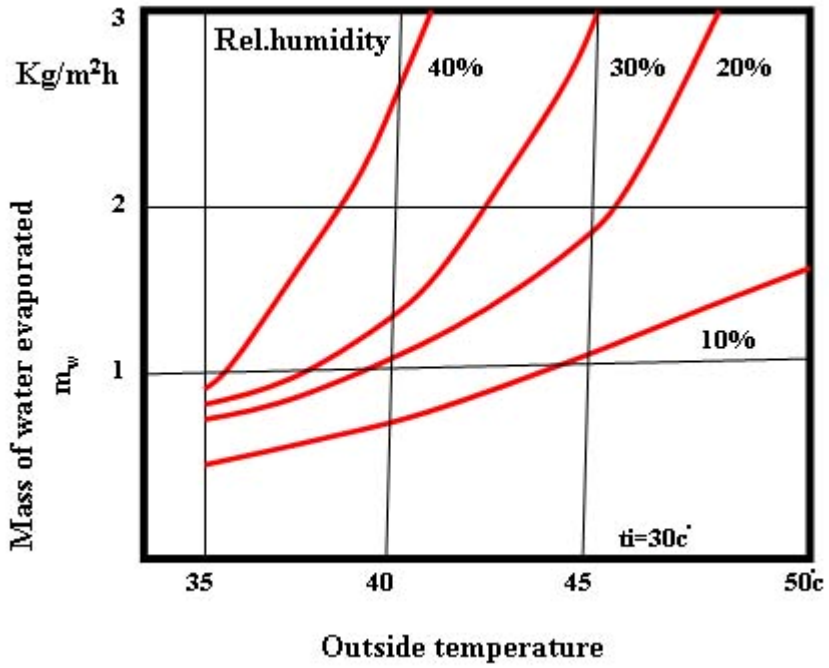
سطح پد مثال بالا - $PA = 2880 / 73 = 39\ m^2$ که در عرض گلخانه به ارتفاع ۱/۷ متر نصب خواهد شد.

محاسبه مقدار آب لازم

در هر دقیقه به ازای هر متر طولی پَد حداقل ۶/۲ لیتر جریان آب لازم است. (استاندارد آمریکا) بنابراین

لیتر در دقیقه = ۶/۲ × طول پَد (۱۵)

دبی آب مورد نیاز مثال بالا $24 \times 6.2 = 149 lit/min$



شکل ۱-۷۲ تبخیر آب از سطح پد در ارتباط با دمای هوا ورطوبت نسبی

یعنی یک پمپ مورد نیاز می باشد که مقدار جریان آب محاسبه شده فوق را در طول پَد تخلیه نماید.

اندازه حجم مخزن ذخیره آب

۳۰/۵ لیتر حجم مخزن به ازای هر متر مربع از پوشال مورد نیاز می‌باشد.

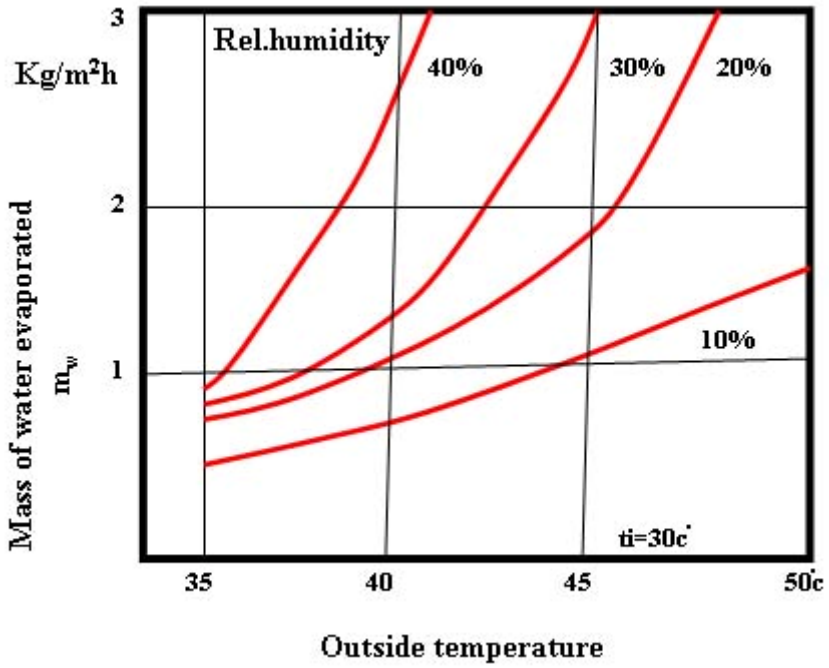
اندازه مخزن برای مثال بالا – 109 x 30.5 = 3324 lit

آب تازه

جهت تأمین آب از دست رفته بدلیل تبخیر از سطح پد حداقل ۰/۵ لیتر در دقیقه به ازای هر مترمربع از سطح پَد آب مورد نیاز است تا سیستم دایم فعال باشد.

که برای مثال مورد بحث – 109 x 0.5 = 55 lit / min

البته می‌توان با استفاده از شکل شماره (۱-۷۳) بر اساس دمای منطقه نیز آب مورد نیاز پد را محاسبه کرد. مقدار آب مـورد نیـاز حدود ۱۰ برابر آب تبخیر شده است.



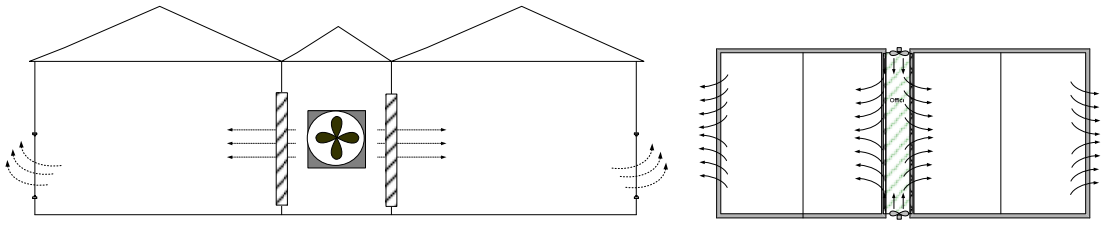
شکل ۱-۷۳ تبخیر آب از سطح پد در ارتباط با دمای هوا و رطوبت نسبی محل

روشهای نصب سیستم

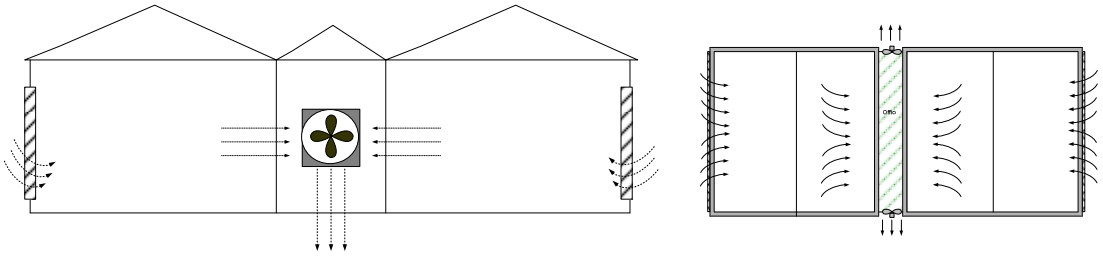
اصولاً دو روش اصلی برای نصب فن و پد ارائه شده است که عبارتند از :

۱. روش فشار مثبت (Positive)

۲. روش فشار منفی (Negative)



شکل ۱-۷٤ فشار مثبت



شکل ۱-۷۵- فشارمنفی

*روش فشار مثبت برای گلخانه های کار کرده و دارای درزهای زیاد و نیز مناطق گرد و خاکی مناسب است .

* روش فشار منفی (مکشی) برای گلخانه‌های کاملاً کیپ و بسته مناسب است. (احتمال ورود گرد و خاک نیز وجود دارد)

لذا بطور کلی توصیه می‌گردد که:

۱. پَدها را در سمت وزش بادهای منطقه نصب کنید. به شرط آنکه سایه اندازی ایجاد نکنند. و در این صورت به اندازه ارتفاع پَد ردیف‌های کشت را فاصله دهید.

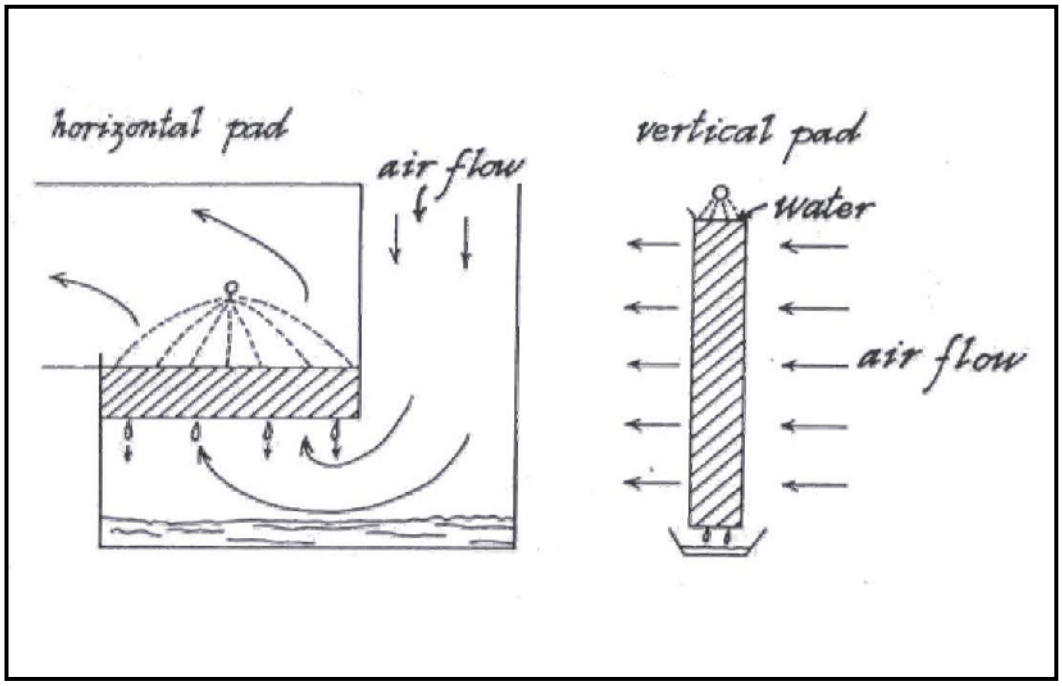
۲. هوای خنک پس از ورود به گلخانه و تا هنگام خروج از گلخانه به مرور گرم می‌شود. لذا برای کاهش این گرما (حداکثر افزایش دمای هوای ورودی از پَد تا خروج از فن نباید بیش از ۴ درجه سانتی‌گراد باشد). توصیه می‌شود که :

- تمام روزنه ها و درزها بسته شوند.
- فاصله فن و پَد بیش از ۴۰ متر نباشد. درصورت افزایش فاصله، استفاده از مه سازهای اضافی و فن های افقی لازم است.
- تعداد هواکش ها (فن ها) را بیشتر در نظر بگیرید(مجموع ظرفیت آنها تغییری نمی کند)
- در صورت امکان از مه پاش های اضافی استفاده کنید.

۳. در مناطقی که از آبهای شور یا سنگین استفاده می‌شود از پَدهای افقی استفاده کنید.

۴. توزیع آب در سراسر پَد یکنواخت باشد.

۵. برای دستیابی به حداکثر سرما حتماً از سایه اندازها استفاده کنید.



شکل ۱-۷٦روش نصب عمودی و افقی پد

مقدار سرمایش

مقدار سرمایش قابل دستیابی توسط سیستم سرمایش تبخیری بستگی مستقیم به اتلاف دمای خشک وتر هوای منطقه دارد. این اختلاف دما نه تنها به منطقه بستگی دارد بلکه فصل و حتی روزهای مختلف تاثیرات متفاوتی روی آن خواهند داشت. یعنی در واقع هر چه دمای خشک بیشتر باشد و رطوبت نسبی منطقه پایین‌تر باشد توانایی سیستم در سرد کردن گلخانه بیشتر خواهد بود. ولی

عموماً و به لحاظ خصوصیات فیزیکی هوا اختلاف دمای ایجاد شده در گلخانه با محیط بیرون در این سیستم بیشتر از ۱۴ درجه سانتیگراد نخواهد بود.

(الف)- دمای خشک

همانطور که در نمودار تفکیک شده زیر ملاحظه می‌کنید محور افقی نمودار مورد نظر بعنوان محور دمای خشک شناخته می‌شود. این محور بر اساس درجه سانتیگراد یا فارنهایت درجه بندی شده و از دمای ۵۰ تا ۲۰- درجه سانتیگراد یا ۲۰ تا ۱۱۰ درجه فارنهایت روی آن قابل اندازه‌گیری است.

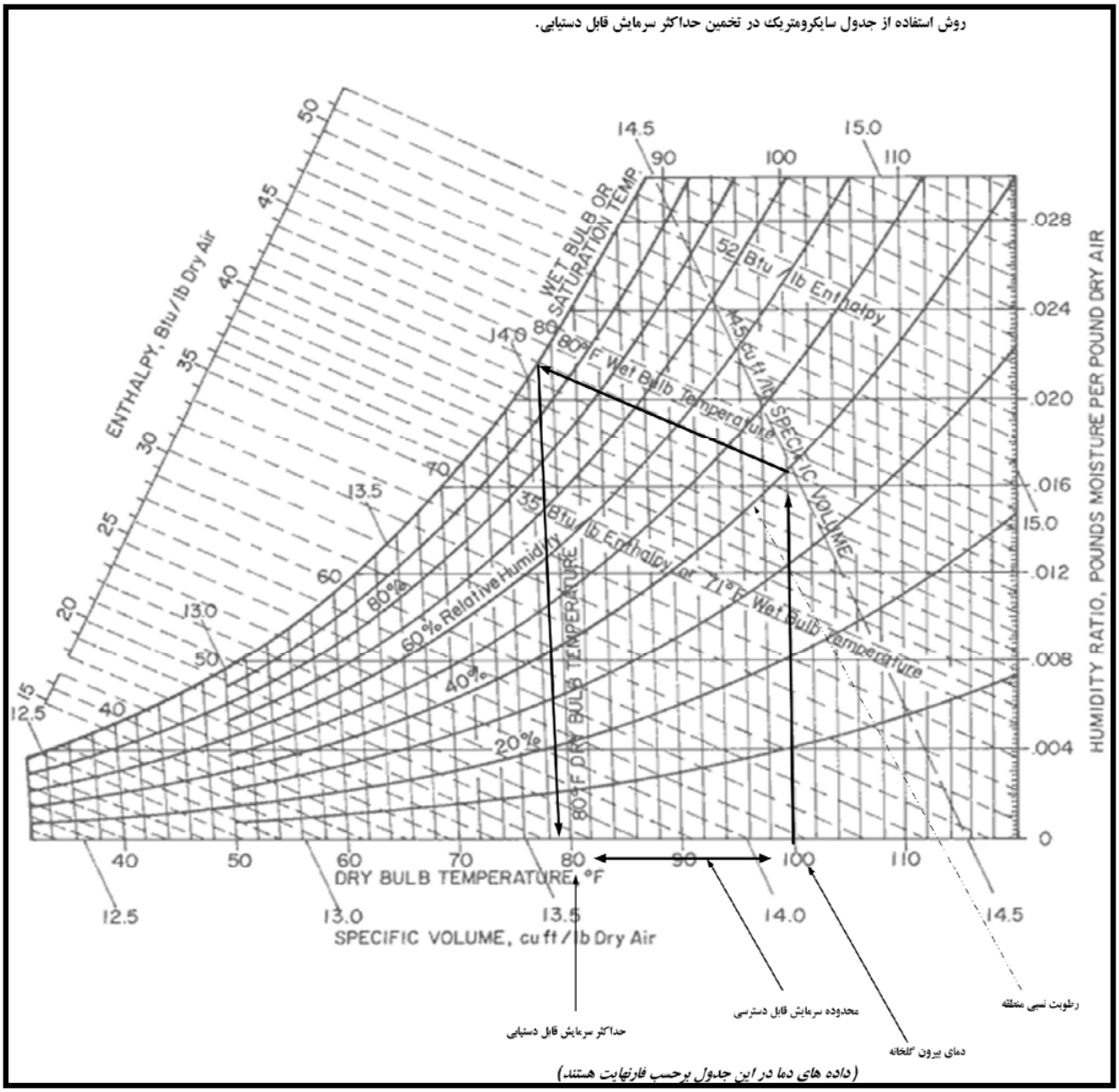
یعنی فرد می‌تواند با خواندن دمای دما سنج خشک (دما سنج معمولی) عدد بدست آمده را روی این محور مشخص نماید.

(ب)- دمای مرطوب

در نمودار سایکرومتریک به ازای هر مقدار دمای خشک، یک دمای مرطوب هم وجود دارد. در واقع دمای مرطوب عبارت است از دمایی که توسط دما سنج مرطوب (دما سنج معمولی که به انتهای آن یک فتیله متصل شده است و این فتیله در یک ظرف آب قرار دارد) خوانده می‌شود. ناگفته نماند که دماسنج خشک و دما سنج مرطوب معمولاً در کنار یکدیگر و تحت وزش هوای محیط که معمولاً توسط یک پنکه کوچک انجام میشود خوانده می‌شود.

بهر حال در جدول سایکرومتریک این دمای مرطوب بصورت خطوط مورب که از چپ به راست جدول امتداد یافته‌اند ملاحظه می‌شوند .

برای آشنایی بیشتر با خصوصیات فیزیکی هوا شناخت نمودار سایکرومتریک ضروری است. این نمودار خصوصیات مختلف هوا از جمله، دمای خشک، دمای مرطوب، رطوبت نسبی، نسبت رطوبت، انتالپی و ... را در یک نمودار جمع آوری و اثرات هر یک از این عوامل را با دیگر عوامل مشخص نموده است. کارشناسان متخصص تهویه و تبرید با استفاده از این جدول محاسبات مورد نیاز جهت طراحی سیستم‌های سرمایش و تهویه را انجام داده و این خصوصیات را از جنبه‌های مختلف بررسی می‌نمایند.



شکل ۱-۷۷ اجزاء نمودار سایکرومتریک

۱-٤-۲- گرمایش گلخانه و ضوابط مربوط به آن

گرمایش گلخانه معمولاً پس از هزینه نیروی کارگری، بیشترین هزینه را به یک گلخانه تحمیل می‌نماید. هنگامی که دمای داخل گلخانه نسبت به خارج گلخانه کاهش یابد، نیاز به گرمایش گلخانه احساس می‌گردد. برای تخمین و محاسبه گرمای مورد نیاز گلخانه راه‌های بسیاری وجود دارد. که یکی از این راه‌ها بصورت ذیل است:

بر حسب وات بر متر مربع $q = AH.K'(ti-to)$ (۱۶)

$$q\ (w/m^2) = \frac{AH}{AG}.K'(ti-to)$$

q = حرارت مورد نیاز

AH = سطح پوشش گلخانه

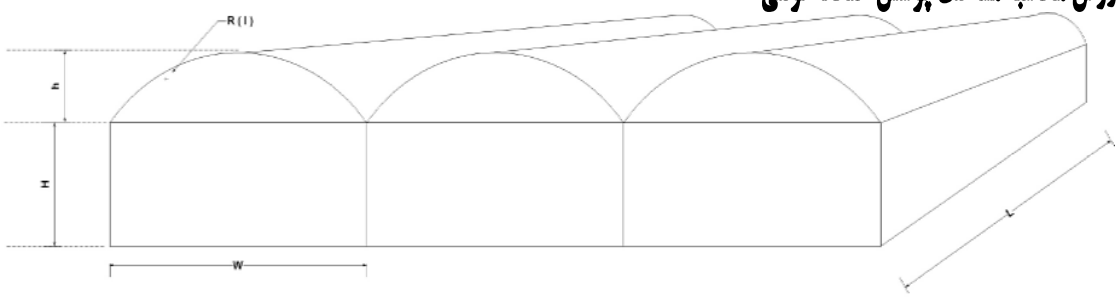
AG = سطح زیر کشت (گلخانه)

K´= ضریب حرارتی پوشش

ti = دمای مورد نیاز در گلخانه

to = دمای بیرون از گلخانه(متوسط دمای حداقل)

روش محاسبه مساحت پوشش گلخانه تونلی



1 [{(W x H) x n} x2]

2 [(L x H) x2]

3 [{(W x1.57) x L} xn]

4 [{(2.35 x h2) x n} x2]

5 [{(W x H) x n} x2] +[(L x H) x2] +[{(W x1.57) x L} xn] +[{(2.35 x h2) x n} x2]

(۱۷)

پس از بدست آوردن سطح پوشش (AH) و با داشتن ضریب پوشش حرارتی (جدول مربوطه) و همچنین تفاوت دمـای بیـرون و دمای مورد نیاز می‌توان حرارت مورد نیاز را محاسبه نمود.

$$[\{(2.35 \times h)\times n\}\times 2$$

مثال- حرارت مورد نیاز یک گلخانه با پوشش پلاستیک به مساحت ۱۰۰۰ متر مربع را محاسبه کنید:

- دمای بیرون ۱۴- درجه سانتی گراد (متوسط حداقل)
- دمای مورد نیاز ۱۲ درجه سانتی گراد است.
- ضریب اتلاف حرارت پلاستیک را در این روش۷ درنظر می‌گیرند.

حل:

۱. سطح پوشش گلخانه محاسبه می شود.

۲. نسبت $\frac{AH}{AG}$ محاسبه می شود. (معمولاً در اکثر اوقات این نسبت ۱/۵ تا ۱/۷ است)

۳. حرارت مورد نیاز از رابطه زیر محاسبه می شود–

$$q=1/5\times7(12-(-14))= 273\ w/m^2$$

یعنی گلخانه مورد بحث به۲۷۳۰۰۰ وات گرما در هر ساعت نیاز دارد.

مقدار حرارت مورد نیاز بر حسب کیلو کالری بر ساعت.

$$273000\times0.86 = 234780\,{}^{kcal}\!/_{hr}$$

روش دوم – دراین روش از واحدهای انگلیسی استفاده می گردد.

تعاریف

برای آنکه روش‌های اتلاف گرما و برآورد گرمای مورد نیاز گلخانه را بشناسیم، البته آشنایی با واحدها و تعریف‌های زیر ضروری است:

Btu - واحد حرارتی بریتانیایی که عبارت است از مقدار انرژی حرارتی که لازم است به آبی به وزن یک پوند اعمال گردد تا دمای آن یک درجه فارنهایت ارتقاء یابد.

BtuH - مقدار انرژی حرارتی بر اساس واحد بریتانیایی که در یک ساعت منتقل گردد.

دلتا T(ΔT) – تفاوت بین دمای داخل و خارج گلخانه.

ضریب U– در واقع ضریب U معکوس ضریب R (عایق کاری) است یعنی U=1/R معیاری است برای تشخیص توانایی یک ماده در انتقال حرارت که بصورت Btu بر فوت مربع به ازای ΔT در ساعت بیان می‌شود (Btu/h - °F – ft2)

هر چه مقدار این ضریب بالاتر باشد، اتلاف حرارت از طریق ماده مورد نظر بیشتر خواهد بود. به تعبیری دیگر هر چه این رقم پایین‌تر باشد، سوخت کمتری هم مصرف خواهد شد. اتلاف حرارت هنگامی رخ می‌دهد که دمای داخل گلخانه از دمای بیرون بالاتر برود. تمام پوشش‌های گلخانه‌ای دارای یک ضریب U هستند و در نهایت با بدست آوردن سطح کل پوشش و ضرب آن در مقدار ضریب U آن پوشش، اتلاف حرارت کل از سطح پوش محاسبه می‌شود.

فرمول پایه جهت محاسبه اتلاف حرارت

رابطه ساده زیر که به عنوان روشی برای محاسبه اتلاف حرارت معرفی شده است می‌تواند اتلاف کل حرارت از پوشش گلخانه را محاسبه نماید که عبارت است از:

$$h_c = AU\,(\Delta T)\ \text{---}\ h = AU\,(ti - t0)\ \{\Delta T\} \qquad (۱۸)$$

که در این رابطه h_c مقدار حرارت تلف شده گلخانه، A کل سطح پوشش گلخانه، U ضریب اتلاف گرما و ΔT اختلاف دمای مورد نیاز محصول و دمای بیرون گلخانه است.

البته رابطه قبلی در شرایطی می‌تواند درست عمل کند که اتلاف حرارت از طریق تعویض هوا و روزنه‌ها، وجود نداشته باشد که این امر بعید به نظر می‌رسد، لذا برای محاسبه اتلاف از طرق ذکر شده به روش‌های زیر عمل می‌شود–

$$h_{as}= 0.2\,M\,(\Delta T)$$

که در آن

h_{as}= گرمای اتلاف شده به خاطر تعویض هوا $({}^{Btu}\!/_{h})$

M= هوای تعویض شده (ft^3/hr)

پس دمای مورد نیاز کل برابر است با :

$$H_t = h_c + h_{as} = AU(ti - t_0) = 0.2M(ti - t_0) \qquad (۱۹)$$

جدول شماره ۱-۱۹ مقادیر h_{as} در گلخانه‌های مختلف

ساختمان گلخانه	تعویض هوا به ازای هر ساعت
گلخانه تازه احداث شده شیشه‌ای یا فایبر گلاس	۰/۷۵ – ۱/۵
گلخانه تازه احداث شده پلی اتیلن دو لایه	۰/۵–۱
گلخانه قدیمی‌شیشه‌ای در شرایط خوب	۱–۲
گلخانه قدیمی‌شیشه‌ای در شرایط ضعیف	۲–۴

جدول شماره ۱-۲۰ ضرایب U پوشش های مختلف

نوع پوشش و مصالح	ضریب U
شیشه تک لایه	۱/۱
پلاستیک تک لایه	۱/۲
فایبر گلاس تک لایه	۱/۲
پلاستیک دو لایه	۰/۷
پلی کربنات دو جداره	۰/۵
دو لایه پلاستیک روی شیشه	۰/۵
شیشه تک لایه به همراه پرده حرارتی داخلی	۰/۵
بلوک بتی استاندارد به قطر ۲۰ سانتی‌متر	۰/۵۱
بتون معمولی به قطر ۱۵ سانتی‌متر	۰/۷۵
ورقه‌های آز بست به ضخامت یک سانتی‌متر	۱/۱
بلوک سیمانی ۲۰ سانتیمتر به همراه ورقه‌های فوم ۵ سانتی‌متری	۰/۰۷
بلوک سیمانی ۲۰ سانتی متری به همراه ورقه‌های پلی استرین ۵ سانتی‌متری	۰/۱
دیوار سیمانی ۱۵ سانتی به همراه ورقه‌های فوم ۵ سانتی‌متری	۰/۰۷

مثال- داده‌های زیر برای یک گلخانه جمع آوری شده‌اند . دمای مورد نیاز گلخانه را محاسبه نمایید.

V=حجم گلخانه= 51100 ft^3

t_i = 50°F

A=کل پوشش گلخانه= 7584 ft^2

t_0=27°F تعویض هوا در ساعت = یکبار

U=0.7 پوشش دو لایه پلی اتیلن

h_c= 0.7 * 7584 (50-27)= 122.120 Btu/h_r

h_{sa} = 0.02 M (Δt) = 0.02 * 51100 (50-27) = 23506 Btu/h_r

$h_t =$ دمای مورد نیاز $= h_c + h_{as} = 122102 + 23506 = 145608$ Btu/h_r

البته معمولاً ۱۵-۱۰ درصد جهت شرایط اضطراری و اتلاف حاصل از وزش بادهای زمستانه به رقم فوق اضافه می‌شود.

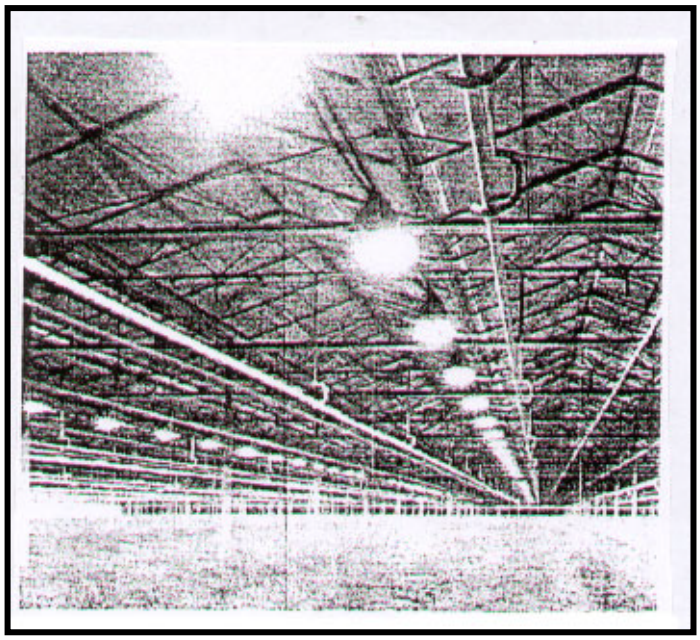
۱-٤-۳- محاسبه و طراحی روشنایی تکمیلی

تابش طبیعی آفتاب ارزان‌ترین منبع تامین نور مورد نیاز رشد گیاهان است با این وجود زمان‌هایی است که نور طبیعی کمی در دسترس بوده که نمونه آن نور رشد مورد نیاز درفصل زمستان است . دراین حالت نور مصنوعی تکمیلی موردنیاز می‌باشد که لازم است دونیاز مهم را برآورده نماید:

۱. منبع نوری مصنوعی بایستی با راندمان بالا باشد (یعنی مقدار انرژی نوری در دسترس بخش عمده‌ای از انرژی مصرفی لامپ را تشکیل دهد).

۲. طیف نوری لامپ ترکیب متناسبی را دارا باشد.

یک لامپ منشاء تشعشع امواج الکترو مغناطیسی است که نور (Light) تنها بخش کوچکی از آن را شامل می‌گردد .(شکل ۱- ۷۸) این تشعشع در واقع یک نوسان با طول موج خاص می‌باشد. به عنوان مثال ماوراء بنفش (UV) و تشعشع گاما طول موج «کوتاه » تا « خیلی کوتاه » دارند در حالی که نور مادون قرمز (IR) و امواج رادیویی طول موج بسیار بیشتری دارند. همانطور که بیان گردید تنها بخش کوچکی از این طیف را نور مرئی تشکیل می‌دهد که دارای طول موجی درحدود ۳۸۰ تا ۷۸۰ نانومتر بوده و شدت آن برمبنای حساسیت چشم انسان با واحد لوکس بیان می گردد.



شکل ۱-۷۸ نمایی از طراحی روشنایی تکمیلی در گلخانه ها

تنها بخشی از این نورمرئی که در محدوده ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است در پدیده فتوسنتز (Assimilation) گیاهان تاثیر دارد (که به آن محدوده PAR می‌گویند.) سرعت فتوسنتز با تعداد ذرات نوری (فتون) که در زمان مشخص به گیاه می‌رسند تعیین می‌شود. شدت این « نورسبز» (نور درمحدوده PAR) با واحد تعداد فتونها در واحد مترمربع در واحد زمان بیان می‌شود ($\mu mol / m^2 / s^{-1}$ ، مول = عدد آووگادرو= 6.023×10^{23}). واحد لوکس را می‌توان با ضریبی که بسته به نوع لامپ یا منبع نوری دارد به واحد $\mu mol / m^2 / s^{-1}$ تبدیل نمود. به عنوان مثال هر ۱۰۰۰ لوکس نور طبیعی معادل $\mu mol / m^2 / s^{-1}$ ۱۹ می‌باشد در حالی که ۱۰۰۰ لوکس نور یک لامپ پرفشار بخار سدیم (PHILIPS-MASTER SON-T PIA Green Power) حدوداً معادل $\mu mol / m^2 / s^{-1}$ ۱۲ و۱۰۰۰ لوکس نور لامپ متال هالوژن (PHILIPS-MASTER HPI-T Plus) معادل $\mu mol / m^2 / s^{-1}$ ۱۴ است.

نکته مهم در هنگام استفاده از منبع مولد نور مصنوعی برای رشد گیاه آن است که تا حد امکان نور ایجاد شده در محدوده PAR باشد.

انتخاب لامپ

اولین نکته مهم در طراحی سیستم روشنایی تکمیلی در گلخانه‌ها انتخاب نوع لامپ می‌باشد. در اکثر موارد لامپ‌های بخار سدیم MASTER SON- PIA Green Power انتخاب مناسبی می‌باشند. با این وجود در مواردی نظیر حالتی که رشد ریشه پارامتر مورد توجه باشد بطور مثال لامپ هالوژن MASTER HPI-T Plus با وجود حدوداً ۱۵٪ کاهش راندمان نسبت به لامپ بخار سدیم جایگزین مناسب تر است. در شرایط اقلیمی (دما، رطوبت و CO2) ایده ال برای رشد و هنگامی که صرفاً کمبود شدت نور وجود دارد، لامپ بخار سدیم ذکر شده بهترین انتخاب است. در حالت کلی مقدار جزیی نور آبی موجود در نور خورشید برای استحکام ساقه و جلوگیری از رشد علفی کفایت می‌کند و به جز در مواردی که کشت گلخانه ای فشرده داریم و نور طبیعی کمتر از ۳۰۰۰ لوکس است استفاده از لامپ بخار سدیم به جای متال هالوژن (که بخش آبی نور در آن بیشتر است) با توجه به راندمان بیشتر ارجح است.

محاسبه تعداد لامپ مورد نیاز

محاسبه شدت نور مصنوعی مورد نیاز (و یا به صورت متناظر تعداد لامپ مورد نیاز) به دو عامل نیازدارد:

۱. مقدار نور طبیعی در دسترس در داخل گلخانه
۲. مقدار نور مورد نیاز گیاه

معمولاً کل انرژی تابشی خورشید در هر روز (Total Solar Radiation) در ایستگاه‌های هواشناسی محلی اندازه گیری و به صورت جداول ماهیانه – سالیانه منتشر می گردد (مثال- آمار تشعشع آفتاب- کشور هلند ۱۹۸۰-۱۹۶۱)

جدول شماره ۱-۲۱- کل انرژی تابشی خورشید در هر ماه در ایستگاههای هواشناسی محلی

Month	Length of day (hours)	Global radiation sum outside the greenhouse (MJ m^{-2} d^{-1})	PPFD light sum outside the greenhouse (mol m^{-2} d^{-1})	PPFD ligh sum inside the greenhouse at 70% transmission (mol m^{-2} d^{-1})	PPFD irradiance iside the greenhouse ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)
January	۸	۲/۳۶	۵/۱	۳/۶	۱۲۵
February	۹/۷	۴/۷۱	۱۰/۱	۷/۱	۲۰۲
March	۱۱/۸	۷/۸۰	۱۶/۸	۱۱/۷	۲۷۵
April	۱۳/۸	۱۲/۱۵	۲۶/۱	۱۸/۳	۳۶۸
May	۱۵/۳	۱۶/۰۵	۳۴/۵	۲۴/۲	۴۳۸
June	۱۶/۴	۱۸/۲۸	۳۹/۳	۲۷/۵	۴۶۶
July	۱۶/۲	۱۵/۸۴	۳۴/۱	۲۳/۹	۴۰۹
August	۱۴/۶	۱۳/۹۶	۳۰	۲۱	۴۰۰
September	۱۲/۷	۱۰/۲۵	۲۲	۱۵/۴	۳۳۷
October	۱۰/۷	۵/۹۰	۱۲/۷	۸/۹	۲۳۱
November	۸/۸	۲/۷۰	۵/۸	۴/۱	۱۲۸
December	۷/۶	۱/۸۹	۴/۱	۲/۹	۱۰۵

انرژی تابشی خورشید معمولاً با واحد « میلیون ژول درمترمربع در روز» $(MJ/m^2/d^{-1})$ اندازه‌گیری می‌شود ولی همانطور که بیان شد تنها تشعشات در محدوده $400 \sim 700nm$ برای رشد گیاه موثر می‌باشد. تعداد فتونهای با طول موج واقع در این محدوده را با عنوان اختصاری PPFD(Photosynthetic Photon Flux Density) شناخته و با واحد $mol \quad m^{-2}\,d^{-1}$ اندازه‌گیری می‌کنند. مطالعات مبین آن است که رشد گیاه به صورت خطی با این شدت نور در رابطه است.

رابطه این دو یعنی انرژی تابشی خورشید که با $(MJ/m^2/d^{-1})$ اندازه‌گیری می‌شود و نور موثر رشد گیاه PPFD ، که با $mol \quad m^{-2}\,d^{-1}$ بیان می‌شود تا حدی به شرایط ابری بودن هوا بستگی دارد ولی با تقریب مناسبی ضریب بین آنها عبارتست از- $1MJ/m^2/d^{-1} = 2.15molm^{-2}d^{-1}$

شدت تشعشع نور رشد را از تقسیم کل انرژی نوری موثر برای رشد دریک روز به ساعات روشنایی در آن روز به دست آورده و با واحد $\mu mol/m^2/S^{-1}$ مورد سنجش قرار می‌دهیم.

در عمل بخشی از نور تابیده شده به گلخانه قبل از رسیدن به گیاه توسط بدنه و تجهیزات گلخانه جذب گردیده و یا منعکس می‌گردد. ضریب عبور نور در گلخانه (یا همان درصدی از نور تابیده شده که به گیاه می رسد) بستگی به عوامل متعددی نظیر تابش خورشید، جنس پوشش و ضریب عبور آن و کثیفی یا تمیزی پوشش داشته و برای یک گلخانه مدرن حدوداً ۷۰٪ می‌باشد.

مقدار نور موردنیاز در گلخانه و طول زمان نوردهی بستگی به نوع گیاه و هدف از استفاده از نور کمکی دارد.

هدف نوردهی می تواند افزایش تولید (تا حد پتانسیل آن)، کاهش زمان کشت یا افزایش کیفیت محصول (نظیر گل) باشد. نور کمکی مناسب برای اکثر گیاهان اعم از گلها، سبزی و یا میوه هایی که معمولاً در گلخانه پرورش می یابند، در منابع مربوطه که مقدار نور مورد نیاز هر گیاه گلخانه ای را معرفی نموده اند آمده است.

طراحی سیستم نور کمکی گلخانه ذرت

ذرت در واقع یک گیاه گلخانه‌ای نبوده و معلوم است که حتی در تابستان هم نیاز نوری آن به طور کامل برآورده نمی‌شد (به اشباع نمی‌رود).

کل نیاز نوری گیاه معادل $1000\mu mol/m^2/s^{-1}$ در ۱۳ ساعت می‌باشد که معادل $46.8mol/m^2/d^{-1}$ است. بر طبق جداول آمار هواشناسی ایستگاه کرج متوسط ۲۵ ساله تابش خورشید درماه‌های کم تابش یعنی دسامبر، ژانویه و فوریه $265.6cal/cm^2/d^{-1}$ می‌باشد که معادل $11.13Mj/d^{-1}$ است و لذا برطبق محاسبات پیش گفته داریم:

- مقدار موثر نور رشد در هر روز در بیرون گلخانه $(PPFD): 23.93molm^{-2}d^{-1}$
- نور رشد در هر روز درداخل گلخانه $(PPFD): 0.7 \div 23.93 = 16.8mol/m^{-2}/d^{-1}$
- نور کمکی موردنیاز $46.8 - 16.8 = 30mol/m^{-2}/d^{-1}$

با توجه به آنکه طول روز برای ذرت ۱۳ ساعت در نظر گرفته شده است در صورتی که لامپها در تمام این مدت روشن باشند داریم .

- شدت نور کمکی مورد نیاز $(30mol/m^2/d^{-1})/13h = 641\mu mol/m^2/s^{-1}$

از این محاسبات نتیجه می‌گیریم که حدوداً ۳۵٪ نور مورد نیاز توسط خورشید تامین و کمبود آن بایستی با لامپ جبران گردد.

سطح هر یونیت گلخانه تحقیقاتی ۵۸ مترمربع است که با توجه به راهروهای میانی و فضای ابتدا و انتهایی موردنیاز، سطح خالص هر بستر کشت حدود ۳۰ مترمربع می‌باشد . لذا شار نوری مورد نیاز برابر است با:

$$641\mu mol/m^2/s^{-1} \times 30 = 19230\mu mol/s^{-1}$$

این عدد با ضریب راندمان رفلکتور و پخش نور هم اصلاح گردد (حدود ۳۰٪ اضافه)

$$22435 \times 1.30 = 25000\mu mol/s^{-1}$$

اگر بر طبق توصیه های پیش گفته از لامپ MASTER SON- PIA Green Power (600w) استفاده گردد با توجه به $1070\mu mol/s^{-1}$ نور هر لامپ به ۲۴ عدد پرژکتور نیاز داریم.

در صورت استفاده از لامپ‌های متال هالوژن مدل MASTER HPI-T(400w) با توجه به $532\mu mol/s^{-1}$ نور هر لامپ به ۴۷ عدد پرژکتور نیازداریم. واضح است که به دلیل سایه اندازی زیاد پرژکتورها این لامپ انتخاب مناسبی نبوده و به دلیل وجود نور قابل ملاحظه خورشید قسمت آبی مورد نیاز برای اجتناب از رشد علفی به صورت طبیعی تامین گردیده و نیازی به استفاده از لامپ‌های متال هالوژن هم نیست.

در صورتی که بخواهیم به صورت ترکیبی از لامپهای بخار سدیم به همراه لامپ های «متال هالاید نور طبیعی روز – مدل HQI-150 NDL که نیاز به رفلکتور نداشته و لذا سایه اندازی کمتری هم دارند استفاده کنیم با فرض استفاده از هشت لامپ MASTER SON-PIA Green Power(600w) به ۸۳ عدد لامپ متال هالاید کوچک نیاز می باشد.

۱-٤-٤- معیارهای انتخاب و طراحی سیستم آبیاری درگلخانه

برای دستیابی به مناسب‌ترین روش و سیستم آبیاری در گلخانه باید مواردی چون مقدار و کیفیت آب، نیاز آبی محصول، شرایط و نوع سیستم، توان مالی، دانش فنی، سطح گلخانه و ... مطالعه و بررسی شوند و سپس نسبت به انتخاب و طراحی سیستم مربوطه اقدام گردد.

برای مثال در گلخانه‌هایی که دارای آبهای سنگین (دارای بی کربنات) هستند، استفاده از روش Mist در آبیاری منطقی نیست. یا ممکن است روش آبیاری برای برخی محصولات مناسب نباشد. در مواردی نیز ممکن است امکانات مالی، فنی و محیطی برای اجرای یک سیستم پیشرفته موجود باشد ولی دانش فنی بهره‌بردار یا نیروی کار ماهر در دسترس نباشد. در این قسمت معیارهای طراحی سیستم آبیاری قطره‌ای به عنوان سیستم رایج در گلخانه تشریح می‌گردد.

۱-٤-٤-۱- آبیاری قطره ای (مقدمه و مزیت ها)

نگاهی به تاریخ آب و آبیاری در جهان نشان می‌دهد که در سالهای اخیر روش‌های متعددی در زمینه آبیاری کشاورزی ابداع شده است. کمبود آب، وضعیت نامناسب آب و هوا ، پستی و بلندی زمین ، کیفیت نامطلوب آب و عدم دسترسی به نیروی کارگری از جمله عواملی هستند که در پیدایش این روش‌ها مؤثر بوده‌اند. از روش‌های جدید آبیاری که به سرعت در کشورهای مختلف رو به گسترش است روش آبیاری قطره‌ای است . آبیاری قطره‌ای به کلیه روش‌هایی گفته می‌شود که در آنها آب به مقدار کم و حدود ۱ تا ۱۰ لیتر در ساعت به آرامی در نزدیک گیاه قرار می‌گیرد.

با توجه به ماهیت و خصوصیات فنی روش آبیاری قطره‌ای مصرف آب در این شیوه کمتر از سایر روش‌های آبیاری است . در آبیاری قطره‌ای تنها بخشی از خاک اطراف بوته گیاه یا درخت آبیاری می‌شود .کاهش تبخیر از سطح خاک ، عدم وجود رواناب سطحی و کنترل نفوذ عمقی از عواملی هستند که باعث کاهش مصرف آب و در نتیجه افزایش بازده آبیاری می‌شود . در این روش قسمت‌های اضافی خاک که معمولاً در روش‌های سنتی مرطوب شده و آب آن به مصرف تبخیر و تعرق علفهای هرز می‌رسد خشک باقی می‌ماند . در روش قطره‌ای حتی در اراضی شیب دار و دامنه تپه‌ها نیز رواناب سطحی وجود نخواهد داشت ، زیرا معمولاً آبی که از قطره چکانها خارج می‌شود کمتر از شدت نفوذ است . عدم ایجاد سله در سطح خاکهای سیلتی از دیگر مزایای این روش است . با کنترل مقدار دبی در قطره چکان می‌توان از تلفات عمقی آب در خاکهای شنی جلوگیری نموده و یا شدت پخش آب را متناسب با ظرفیت نفوذ خاکهای رسی تنظیم کرد .

۱-٤-٤-۲ - مزیت های بالقوه آبیاری قطره‌ای

آبیاری قطره‌ای در مقایسه با روش‌های بارانی یا کرتی و جوی و پشته‌ای دارای محاسنی است که از جمله می‌توان به این موارد اشاره کرد :

(الف) بهره گیری بیشتر از منابع آب

با توجه به ماهیت و خصوصیات فنی روش آبیاری قطره‌ای ، مصرف آب در این روش کمتر از سایر روش‌های آبیاری است .

(ب) رشد بهتر گیاه و افزایش محصول

در آبیاری قطره‌ای نیاز آبی گیاه به طور روزانه تأمین می‌شود، لذا رطوبت خاک در منطقه توسعه ریشه‌ها در طول دوره رشد تقریباً ثابت باقی مانده و گیاه کمتر از نوسان‌های تنش آب صدمه می‌بیند . مقایسه مقدار محصول تولیدی در آبیاری قطره‌ای با سایر روشهای آبیاری نشان داده است که تولید محصول در این روش معمولاً بیشتر و یا حداقل مساوی با سایر روشهای آبیاری بوده است.

(ج) کاهش زیان وارده به گیاه در اثر شوری آب

آبیاری قطره‌ای در استفاده از آب شور نسبت به سایر روش‌های آبیاری ارجح است . این امر را می‌توان حداقل به چند دلیل دانست:

۱. اول اینکه در روش قطره‌ای فاصله آبیاری‌ها کوتاه بوده و منطقه توسعه ریشه‌ها همواره خیس نگه داشته می‌شود، لذا محلول خاک که ریشه‌های گیاه آب و مواد غذایی مورد نیاز خود را از آن دریافت می‌دارند تقریباً در طول دوره رشد گیاه رقیق باقی مانده و غلظت نمک در آن کم است .
۲. دوم آنکه در آبیـــاری قطره‌ای بر خلاف روش‌هایی مانند آبیاری بارانی ، آب مستقیماً روی گیاه پاشیده نشده و یون‌های کلر و سدیم موجود در آب در سطح برگ تجمع پیدا نمی‌کند که باعث سوختگی برگ‌ها شود.
۳. سوم آنکه در آبیاری قطره‌ای حجم مرطوب شده خاک که اصطلاحاً به آن پیاز رطوبتـــی گفتـــه می‌شود به طرف خارج از گیاه رو به گسترش بوده و نمک در جبهه رطوبت به طور مرتب از نقطه ریزش آب از قطره‌چکان به خارج رانده می‌شود . به طوریکه اگر قطره‌چکان کنار گیاه و یا در جای مناسبی قرار گرفته باشد نمک از دسترس ریشه‌ها دور می شود .

(د) امکان به کارگیری کود و سم همراه با آب آبیاری

در آبیاری قطره‌ای این امکان وجود دارد تا کودهای شیمیایی محلول را به تدریج و همراه با آب آبیاری در اختیار گیاه قرار داد . بدین ترتیب خطر شسته شدن کودها به عمق خاک و یا خارج شدن آنها همراه با رواناب سطحی وجود ندارد . افزایش کارایی مصرف کود در آبیاری قطره‌ای یکی به دلیل مصرف کمتر کود است که فقط در کنار بوته یا درخت و در عمق توسعه ریشه‌ها وارد می‌شـــود و دیگری مربوط به زمان مصرف آن می‌باشد . دلیل دیگـــر توزیع یکنواخت کود در منطقه ریشه‌ها و عدم شسته شدن کود به اعماق خاک است . علاوه بر کودها سایر مواد مانند قارچ کش‌ها ، حشره کش‌ها و یا علف کش‌ها را می توان با آب وارد خاک نمود .

(هـ) جلوگیری از رویش علفهای هرز

در آبیاری قطره‌ای آب قبل از وارد شدن به سیستم از صافیهای مخصوص گذشته و تصفیه می‌شود . لذا امکان وارد شدن بذر علفهای هرز به داخل زمین وجود ندارد . از طرف دیگر چون تنها سطح سایه انداز گیاه آبیاری شده و قسمت‌های دیگر زمین خشک می‌ماند شرایط برای رشد علف‌های هرز فراهم نمی‌باشد . البته در قسمتی از خاک که قطره‌چکانها وجود دارند علف‌های هرز به سرعت رشد می‌کند که باید با استفاده از علف‌کش‌ها یا روش‌های مکانیکی با آنها مبارزه کرد .

(و) نیاز کمتر به نیروی انسانی

سیستم آبیاری قطره‌ای را به سادگی می‌توان خودکار نموده و نیاز آن را به کارگر کاهش داد. همزمان با عمل آبیاری کارگران می‌توانند در بین ردیف‌های گیاهی یا درخت‌ها رفت و آمد نموده و به انجام کارهای مربوطه بپردازند . در صورتی که در سایر روش‌های آبیاری می بایست چند روزی صبر کرد تا خاک برای رفت و آمد کارگرها یا ماشین ها مناسب گردد .

(ح) صرفه جویی در انرژی

سیستم آبیاری قطره‌ای در مقایسه با سایر روش‌های آبیاری تحت فشار به انرژی کمتر نیاز دارد ، زیرا فشار آب در این سیستم به مراتب کمتر از سیستم بارانی است .

(ط) بالابودن راندمان آبیاری

راندمان آبیاری در روش قطره‌ای معمولاً بالاتر از سایر سیستم‌های آبیاری می‌باشد . اطلاعات موجود نشان می‌دهد که بازده آبیاری در سیستم قطره‌ای بین ۶۰ تا ۹۵ درصد است . کسب چنین کارآیی بالا در سایر روشهای آبیاری به سختی امکان پذیر است . در مجموع راندمان آبیاری قطره‌ای در حدود ۸۵ درصد می باشد که به لحاظ صرفه جویی و جلوگیری از تلفات یکی از روش‌های مؤثر آبیاری به شمار می‌رود .

۱-٤-۵- محاسبه حجم آب مورد نیاز گلخانه

۱-٤-۵-۱- برآورد نیاز آبی گلخانه

روش‌های بسیار متفاوتی برای محاسبه و برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل در مزارع وجود دارد. ولی در ارتباط با نیاز آبی محصولات گلخانه‌ای به اندازه محصولات فضای باز روشهای محاسباتی ارائه نشده و مطالعات محدودی صورت گرفته است.

یکی از روش‌های محاسبه که توسط FAO و در سال ۱۹۸۴ ارائه و اصلاح گردید. روش پنمن – مانتیس است که نسبت تبخیر و تعرق پتانسیل را در ارتباط با تشعشع خورشید می‌سنجد، زیرا مهمترین عامل تبخیر و تعرق در گلخانه محسوب می‌شود.

در این روش – تبخیر و تعرق پتانسیل در داخل گلخانه را می توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$PET_g^{1} = tr \times C \times Rs \times W + 0.05 - 0.3^{1} \qquad (۲۰)$$

tr(-)= مقدار نورگیری پوشش گلخانه

$PET(mm/day)$ = تبخیر و تعرق پتانسیل بر اساس میلی متر

W(-)= فاکتور وزنی که به دما و ارتفاع بستگی دارد

C(-) = فاکتور تصحیح که به میانگین رطوبت و بادهای روزانه بستگی دارد

Rs = شدت تابش خورشید بر حسب

W و C در جداول (۱-۲۲) و (۱-۲۳) آمده‌اند. در صورتی که Rs در آمار هواشناسی موجود نباشد، می‌توان با استفاده از رابطه زیر آنها را محاسبه کرد.

$$Rs(mm/day) = a + b \times n/N \times Ra^{2}$$

n/N (-) = نسبت بین ساعات آفتابی واقعی و حداکثر ساعات آفتابی ممکن

---

[1] طبق نشریه ۱۵۴ فائو صفحه ۳۰

[2] طبق نشریه ۱۵۴ فائو صفحه ۳۰

Ra = تابش خارج از جو (mm/day)

a و b = فاکتورها (-)

توضیح : فاکتورهایی که دیمانسیون ندارند به صورت (-) نمایش داده شده است.

حداکثر ساعات آفتابی ممکن و تابش خارج از جو در جدول (۱-۲۲)و (۱-۲۳) آورده شده‌اند که می‌توان از آنها عملاً استفاده کرد. همچنین در محاسبات عملی می‌توان فاکتورهای a و b را به ترتیب ۰/۲۵ و ۰/۵ در نظر گرفت .

در برخی از سازه‌های پوشیده (مثل گلخانه ها) نیز فرمول مشابهی را می‌توان بکار برد. و بدیهی است که شدت تابش خورشید در داخل گلخانه و به دلیل نورگذری پوشش گلخانه کاهش می‌یابد.

جدول شماره ۱-۲۲ فاکتور W برای محاسبه PET

Temperature ($^\circ C$)	Altitude (m)					
	0	500	1000	2000	3000	4000
40	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90
38	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.90
36	0.83	0.84	0.85	0.86	0.88	0.89
34	0.82	0.82	0.83	0.85	0.86	0.88
32	0.80	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86
30	0.78	0.79	0.80	0.82	0.84	0.85
28	0.77	0.78	0.79	0.81	0.82	0.84
26	0.75	0.76	0.77	0.79	0.81	0.83
24	0.73	0.74	0.75	0.77	0.79	0.81
22	0.71	0.72	0.73	0.75	0.77	0.79
20	0.68	0.70	0.71	0.73	0.75	0.78
18	0.66	0.67	0.69	0.71	0.73	0.76
16	0.64	0.65	0.66	0.69	0.71	0.73
14	0.61	0.62	0.64	0.66	0.69	0.71
12	0.58	0.60	0.61	0.64	0.66	0.69
10	0.55	0.57	0.58	0.61	0.64	0.66
8	0.52	0.54	0.55	0.58	0.61	0.64
6	0.49	0.51	0.52	0.55	0.58	0.61
4	0.46	0.48	0.49	0.52	0.55	0.58
2	0.43	0.45	0.46	0.49	0.52	0.55

جدول شماره ۱-۲۳- فاکتور اصلاحی C

Wind (m/s)	Mean rel. humidity (%)			
	<40	40-55	55-70	>70
>80	1.36	1.22	1.11	1.02
5-8	1.24	1.11	1.00	0.92
2-5	1.10	0.98	0.88	0.81
0-2	0.96	0.84	0.76	0.69

جدول شماره ۱-۲٤- متوسط طول روز برای حداکثر ساعات آفتابی ممکن (N) برای ماهها و عرض های جغرافیایی مختلف

N.lats S.lats	Jan July	Feb Aug	Mar Sept	Apr Oct	May Nov	June Dec
50°	8.5	10.1	11.8	13.8	15.4	16.3
48°	8.8	10.2	11.8	13.6	15.2	16.0
46°	9.1	10.4	11.9	13.5	14.9	15.7
44°	9.3	10.5	11.9	13.4	14.7	15.4
42°	9.4	10.6	11.9	13.4	14.6	15.2
40°	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0
35°	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5
30°	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0
25°	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3
15°	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0
10°	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7
5°	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4
0°	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
N.lats S.lats	July Jun	Aug Feb	Sept Mar	Oct Apr	Nov May	Dec June
50°	15.9	14.5	12.7	10.8	9.1	8.1
48°	15.6	14.3	12.6	10.9	9.3	8.3
46°	15.4	14.2	12.6	10.9	9.5	8.7
44°	15.2	14.0	12.6	11.0	9.7	8.9
42°	14.9	13.9	12.9	11.1	9.8	9.1
40°	14.7	13.7	12.5	11.2	10.0	9.3
35°	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8
30°	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2
25°	13.5	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6
20	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
15°	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2
10°	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5
5°	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.8
0°	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1

جدول شماره ۱-۲۵ تشعشع خارج از جو برای نیمکره شمالی

N.lats	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June
50°	3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1
48°	4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2
46°	4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2
44°	5.33	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2
42°	5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3
40°	6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3
38°	6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2
36°	7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2
34°	7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1
32°	8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0
30°	8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0
28°	9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8
26°	9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7
24°	10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6
22°	10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4
20°	11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4
18°	11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1
16°	12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9
14°	12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7
12°	12.8	13.9	15.1	15.1	15.7	15.5
10°	13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3
8°	13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0
6°	13.9	14.8	15.4	15.5	15.1	14.7
4°	14.3	15.0	15.5	15.4	14.9	14.4
2°	14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2
0°	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9
50°	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2
48°	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7
46°	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3
44°	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7
42°	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2

ادامه جدول شماره ۱-۲۵- تشعشع خارج از جو برای نیمکره شمالی

N.lats	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June
40°	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7
38°	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1
36°	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6
34°	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2
32°	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8
30°	16.8	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3
28°	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8
26°	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3
24°	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7
22°	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2
20°	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7
18°	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1
16°	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6
14°	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0
12°	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5
10°	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9
8°	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3
6°	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7
4°	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1
2°	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4
0°	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

جدول شماره ۱-۲۶- تشعشع خارج از جو برای نیمکره جنوبی

S.lats	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June
50°	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1
48°	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5
46°	17. 7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0
44°	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4
42°	17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9
40°	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3
38°	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8
36°	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3
34°	17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8
32°	17.8	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3
30°	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8
28°	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2
26°	17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7
24°	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1
22°	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6
20°	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0
18°	17.1	16.5	15.1	13.1	11.4	10.4
16°	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8
14°	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2
12°	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6
10°	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0
8°	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4
6°	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8
4°	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2
2°	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5
0°	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9
50°	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
48°	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
46°	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
44°	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
42°	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3

ادامه جدول شماره ۱-۲۶- تشعشع خارج از جو برای نیمکره جنوبی

S.lats	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June
40°	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
38°	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
36°	6.8	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
34°	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
32°	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
30°	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
28°	8.6	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
26°	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
24°	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
22°	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
20°	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
18°	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
16°	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
14°	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12°	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
10°	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
8°	12.7	13.7	14.9	15.8	16.2	16.0
6°	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
4°	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
2°	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.2
0°	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

جدول شماره ۱-۲۷- فاکتور a و b براساس عرض جغرافیایی

Lat.	0°-	17°-01'	32°-01'	45°-01'	65°-01'
a	0.25	0.26	0.28	0.23	0.21
b	0.49	0.50	0.49	0.53	0.55

فاکتور (W+0.05) با درنظر گرفتن اینکه میانگین دمای گلخانه (داخل) حدود 5K (کلوین) بالاتر ازدمای بیرون گلخانه می‌باشد، ارائه شده است.

سرعت باد در داخل گلخانه نیز بین ۰ تا ۲ متر بر ثانیه و رطوبت نسبی ۷۰ درصد و بالاتر (در مناطق گرمسیر) منظور می‌گردد. فاکتور"C " نیز در جدول مربوطه درج شـــده است. نورگذری (t r) نیز برای گلخانه‌های پوشیده شده با پلاستیک (پلی اتیلن) تک لایه بین ۰/۶ تا ۰/۷ می باشد.

در زیر فاکتور "C" چند محصول گلخانه‌ای آورده شده است. که توسط فائو درسالهای ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۰ تعیین شده‌اند.

هویج – ۱/۰۵ – ۱ کاهو – ۱/۲ – ۰/۹ میخک – ۱/۲ – ۰/۶

لوبیا سبز – ۰/۹۵ طالبی – ۱ – ۰/۹۵ رز – ۱/۲ – ۰/۸

گوجه فرنگی – ۱/۲ – ۰/۵ فلفل – ۱ – ۰/۹۵

البته فرمولهای ارائه شده می بایست با توجه به شرایط هر منطقه اصلاح گردند.

برای محاسبه میزان آبیاری گلخانه و با داشتن PET که در صفحات قبل بدست آمد. از روابط زیر استفاده می شود:

$$AET_{cr} = PET_{gr} \times KC \times dm$$

که :

kc= فاکتور محصول است و dm تعداد روزهای ماه

و آب مورد نیاز محصول عبارت است از:

$$WR = AET_{cr} \times (1 + li) \times A_{crop} \; {}^{lit}\!/_{month}$$

که –

li = فاکتور اتلاف در سیستم آبیاری است

A_{crop}= سطح گیاه (محصول) است.

از روشهای دیگر که جهت تخمین نیاز آبی محصولات گلخانه ای رواج دارند، می توان به دو روش زیر نیز اشاره کرد–

(الف) اندازه گیری رطوبت خاک

به عنوان رطوبت قابل دسترسی برای گیاه .این روش توسط بسیاری از گلخانه داران با تجربه استفاده می‌شود. آنها با لمس کردن خاک گلخانه به زمان و میزان آبیاری پی می‌برند. اما با روش علمی نیز می توان این کار را با بهره‌گیری از تانسیو مترها انجام داد.

(ب) توسط رابطه (PET= 0.67Rg/60- 0.2)

این رابطه در کشور فرانسه به کار می‌رود. در این رابطه PET تبخیر و تعرق پتانسیل، Rg شدت تابش خورشید (در گلخانه) بر حسب cal/cm2 و عدد ۶۰ دمای نهان تبخیرآب می باشد که بر حسب کالری است.

البته برای کاربرد آن در سایر نقاط می‌بایست آزمون‌هایی صورت گرفته واین رابطه اصلاح شود برای مثال PET در داخل یک گلخانه با پوشش پلاستیک در منطقه "Sousse" درعرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی به شرح جدول شماره (۱–۲۸) محاسبه شده است:

جدول شماره ۱-۲۸- تبخیر و تعرق برحسب میلی متر بر روز برای شرایط گوناگون جوی

ماههای سال	صاف	نیمه ابری	ابری	کاملاً ابری
ژانویه	۲/۳	۱/۹	۱/۳	۰/۸
فوریه	۳	۲/۵	۱/۸	۱/۱
مارس	۴	۳/۳	۲/۳	۱/۵
آوریل	۴/۹	۴/۲	۳	۱/۹
مه	۵/۶	۴/۸	۳/۴	۲/۲
ژوئن	۵/۹	۵	۳/۵	۲/۳
جولای	۵/۸	۵	۳/۵	۲/۳
اوت	۵/۲	۴/۵	۳/۱	۲
سپتامبر	۳/۴	۳/۷	۲/۶	۱/۷
اکتبر	۳/۳	۲/۸	۲	۱/۲
نوامبر	۲/۴	۲	۱/۴	۰/۹
دسامبر	۲	۱/۷	۱/۲	۰/۷

لذا با داشتن این اعداد و با علم به اینکه PET جزء اصلی رابطه AET است AET=K.PET و عدد K نیز برای بسیاری از محصولات محاسبه شده است . (البته درهر منطقه لازم است ضرایب K متناسب با همان منطقه محاسبه شوند. که متاسفانه تاکنون در ایران محصولات داخل گلخانه تحقیقاتی صورت نگرفته است و یا ناچیز و ناکافی است.)

همچنین با در نظر گرفتن اینکه دمای داخل گلخانه 5K بالاتر از دمای بیرون است و سرعت جابجایی هوا در داخل گلخانه بین ۰ تا ۲ متر بر ثانیه است و رطوبت نسبی ۷۰ درصد و بالاتر (برای مناطق گرمسیر) می باشد.

فاکتور" C" برای چند محصول گلخانه ای به شرح جدول (۱-۲۹) است.

بر اساس مطالعات انجمن ملی گلخانه سازان آمریکا نیازآبی برخی محصولات گلخانه ای در شرایط حداکثر به شرح جدول فوق اعلام شده است. که اگر چه ممکن است با شرایط ایران کاملاً منطبق نباشد ولی می‌تواند به عنوان یک عدد تخمینی و پایه به کار آید.

جدول شماره۱-۲۹- فاکتور C برای چندمحصول گلخانه ای

نوع محصول	مقدار آب مورد نیاز روزانه
محصولات گلدانی مانند سنیره، بنته قنسول، آزالیا و امثال اینها که روی Bench یا سکو تولید می‌گردد(Bench Crops)	۱۶ lit/m2
گیاهان باغچه‌ای	۲۱ lit/m^2
گیاهان گلدانی آپارتمانی	۲۱ lit/m^2
داودی گلدانی	۶۳ lit/m^2
رُزها	۲۹/۵ lit/m^2
گوجه فرنگی	۱۰/۵ lit/m^2
نشاءها	۸/۵ – ۱۰/۵ lit/m2

پس از آنکه نیاز آبی محصول بر اساس یکی از روش‌های گفته شده در فصول قبل محاسبه شد، مراحل بعدی اجرا می‌گردد.

۱-٤-٥-۲- دور آبیاری

دور آبیاری در روش قطره‌ای با توجه به نیاز آبی گیاه از رابطه زیر محاسبه می‌گردد .

$$f = \frac{dx}{dt} \qquad (۲۱)$$

f= حداکثر دور آبیاری (روز)

dx= حداکثر عمق خالص آب آبیاری (میلیمتر)

dt= حداکثر تعرق روزانه (میلیمتر)

۱-٤-٥-۳- ساعت آبیاری

ساعت آبیاری با توجه به تعداد قطره چکانها ، میزان آبدهی آنها و با در نظر گرفتن حجم آب آبیاری از رابطه ربذ محاسبه می‌گردد .

$$T = \frac{G}{nq} \qquad (۲۲)$$

T= زمان آبیاری (ساعت)

G= حجم آب آبیاری بر حسب لیتر

n= تعداد قطره چکان

q= دبی قطره چکان بر حسب لیتر در ساعت

۱-٤-٦- قطره چکان

۱-٤-٦-۱- معیارهای انتخاب قطره چکان

دبـــــی خروجی از قطره چکان و یکنواختی پخش آب در آنها از معیارهای اصلی انتخاب قطره چکان برای استفاده درسیستم آبیاری به شمار می روند . علاوه بر این به ساختمان فیزیکی و حساسیت قطره‌چکانها در مقابل گرفتگی نیز توجه می‌شود . معیارهای انتخاب قطره چکان به شرح زیر می‌باشد:

- طرح و کیفیت قطره چکان
- درصد مساحت خیس شده
- تغییرات فشار مجاز
- شدت تصفیه آب
- مدیریت سیستم
- نیروی انسانی

از بین عوامل فوق الذکر رابطه دبی و فشار در قطره‌چکان و مقاومت در مقابل گرفتگی، معیار بسیار مهم در انتخاب نوع قطره چکان است .در انتخاب نوع قطره چکان باید توجه داشت که آبدهی و تغییرات فشار قطره چکان انتخابی با وضعیت توپوگرافی و شیب زمین ، تأمین نیاز آبی گیاهان وکیفیت آب مصرفی مطابقت لازم را داشته باشد .

۱-٤-٦-۲- انتخاب قطره چکان

قطره چکان آخرین قطعه یا وسیله آبیاری قطره‌ای است که آب از آن به شکل‌های مختلف مانند قطره ، جریان پیوسته یا منقطع و یا فوران خارج می‌شود . وظیفه قطره چکان آن است که نیاز آبی روزانه گیاه را ، حتی اگر مقدار آن بسیار کم باشد تأمین نماید . قطره چکان باید دارای چهار ویژگی عمده باشد .

(الف) نسبت به مسدود شدن مقاوم باشد

(ب) دبی خروجی از آن در طول دوره کاری تغییر نکند .

(ج) تا حدممکن ساده باشد تا بعد از تنظیم های اولیه نیاز به تنظیم ، تمیز کردن و بازدید مجدد نباشد.

(د) دبی آن کمتر از نفوذ پذیری خاک و یا هماهنگ با آن باشد .

امروزه تنوع در ساخت قطره چکانها به قدری زیاد شده است که به سختی می توان آنها را در گروه‌های خاص طبقه بندی نمود . زیرا ممکن است در یک قطره‌چکان ترکیبی از مکانیسم های مختلف به کار رفته باشد . قطره چکانهائی که تا به حال با فن آوری‌های مختلف ساخته شده و در بازار موجودند به اسامی گوناگون نامیده می‌شوند که از آن جمله می توان به انواع زیر اشاره نمود .

۱. قطره چکان‌های کوتاه مسیر (Short- path)
۲. قطره چکان‌های بلند مسیر (Long- path)
۳. قطره چکان‌های گردابی (Vortex)
۴. قطره چکان‌های تنظیم شونده (Pressure compensating)
۵. قطره‌چکان خود شوینده (Self- flushing)
۶. لوله‌های روزنه دار (Perforated single tubes)
۷. مه پاشها (foggers)
۸. قطره چکان‌های حبابی (Bubbler)
۹. قطره چکان‌های پرتابی (Spitters)
۱۰. ۱۰- آب فشانها (Sprayers)
۱۱. نوارهای آبیاری(tape)

۱-٤-٦-۳- تعداد قطره چکانها

با توجه به نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای، برای هر گیاه یک قطره‌چکان با آبدهی متوسط ۲یا ۴ لیتر در ثانیه منظور می‌گردد. در صورت استفاده از نوارهای آبیاری با عنایت به بافت خاک و فواصل بوته‌ها, فاصله قطره‌چکان‌ها روی نوارهای آبیاری تعیین می‌گردد.

۱-٤-۷- طراحی شبکه آبیاری

۱-٤-۷-۱- آرایش شبکه آبیاری قطره ای

آرایش شبکه آبیاری قطره‌ای تابع شکل و توپوگرافی زمین ، عوارض موجود ، مساحت زمین ، فواصل کشت و نوع سیستم آبیاری می باشد لذا رعایت موارد زیر به منظور برقراری توزیع یکنواختی در شبکه آبیاری ضروری می باشد .

برای پخش نسبتاً یکنواخت آب در سرتاسر لوله فرعی باید قطر ، طول و مسیر لوله فرعی چنان انتخاب شوند که تغییرات دبی هر قطره چکان در طول لوله فرعی حداقل باشد . این تغییرات دبی نباید از ۱۰ درصد فشار کارکرد قطره چکان تجاوز نماید .

یک لوله فرعی با قطر و دبی مشخص وقتی روی خطوط تراز یا زمین مسطح قرار می‌گیرد تنها دارای افت انرژی ناشی از اصطکاک می‌باشد و طول آن از روی افت انرژی معادل ۱۰ درصد فشار کارکرد قطره چکان تعیین می‌گردد .

از قرار دادن لوله فرعی در سربالایی می‌بایستی اجتناب کرد ، یا در صورت قرار گرفتن لوله فرعی در سر بالایی طول آن را متناسب با شیب باید کوتاه انتخاب کرد .

۱-٤-۷-۲- طراحی لوله فرعی

طراحی لوله فرعی شامل دو قسمت می‌باشد ، یکی قطر لوله و دیگری طول لوله فرعی ، قطر لوله فرعی معمولاً بر حسب قطره‌چکان مورد استفاده ثابت می‌باشد. قطر لوله فرعی در روش آبیاری قطره ای ، ۱۶ میلیمتر و بعضاً از لوله ۲۰ میلی‌متری استفاده می‌شود .

بنابراین در طرح لوله فرعی ، مهم طول لوله مورد نظر خواهد بود، که از لوله‌های ۱۶ میلی‌متر استفاده گردیده است .

طول لوله فرعی به گونه ای انتخاب می‌گردد که اختلاف فشار در واحد آبیاری از ۲۰٪ فشار کارکرد قطره‌چکان تجاوز ننماید .

مقدار افت در کل واحد آبیاری نباید از ۲۰ درصد فشار کارکرد قطره چکان بیشتر باشد . افت بار مجاز درطرح هموار بین لوله‌های فرعی و مانیفلد واحد آبیاری بصورت روابط زیر تقسیم می‌گردد .

H_S=۰/۲Ha

H_l=۰/۵۵Hs

H_m=۰/۴۵Hs

H_a= فشار کارکرد قطره چکان (متر)

H_l= افت مجاز در لوله فرعی (متر)

H_m= افت مجاز در لوله مانیفلد (متر)

H_s= افت مجاز کل واحد آبیاری (متر)

طول لوله فرعی بر اساس افت مجاز در طول لوله فرعی در اراضی مسطح و شیب‌دار از فرمول هیزن ویلیامز در هر واحد آبیاری بر اساس مشخصات فنی آن تعیین می‌گردد .

طرح فشار ورودی لوله فرعی

فشار ورودی لوله فرعی با قطر ثابت و شیب یکنواخت که در یک طرف مانیفلد قرار دارد از رابطه زیر بدست می آید .

$$H_l = H_a + \frac{۳}{۴} H_f \pm \frac{۱}{۲} H_e \qquad (۲۳)$$

H_l= فشار ورودی لوله فرعی (متر)

H_f= افت اصطکاکی در طول لوله فرعی (متر)

H_a= فشار کارکرد قطره چکان (متر)

$\pm H_e$= اختلاف ارتفاع (سربالائی + ، سر پایینی −)

طراحی لوله نیمه اصلی (مانیفلد)

در هر واحد آبیاری علاوه بر تعیین لوله های فرعی ، طول و قطر مانیفلدها نیز تعیین می‌گردد .

طول مانیفلد ها بستگی به ابعاد و مساحت واحدها دارد، ولی همواره حداکثر طول مانیفلد را باید به گونه ای انتخاب کرد تا از توجیه فنی اقتصادی برخوردار باشد . حداکثر افت مجاز در لوله‌های مانیفلد در اراضی مسطح و شیب دار از روابط زیر استفاده می‌گردد:

$$H_m = 0.45 H_s$$
$$H_m = 0.45 H_s \pm 0.5 H_e \qquad (۲۴)$$

H_m= افت مجاز در مانیفلد (متر)

H_s= افت مجاز کل واحد آبیاری (متر)

H_e= اختلاف ارتفاع (متر)

طراحی فشار ورودی مانیفلد

پس از تعیین قطر مانیفلد و لوله فرعی ، فشار ابتدای لوله مانیفلد از رابطه زیر محاسبه می‌گردد .

$$H_m = H_l + \frac{۳}{۴} H_f \pm \frac{۱}{۲} H_e \qquad (۲۵)$$

H_m= فشار ابتدای مانیفلد (متر)

H_l= فشار لازم در ابتدای خط فرعی (متر)

H_f= افت اصطکاکی در لوله مانیفلد (متر)

H_e= اختلاف ارتفاع

قطر لوله‌های مانیفلد در آبیاری قطره‌ای به دلیل تعدد انشعابات لوله‌های فرعی از آن ، از جنس لوله پلی اتیلن و قطر آن بسته به ابعاد و مساحت واحدهای آبیاری از قطر ۳۲ الی ۷۵ میلیمتر متغیر می باشد .

۱-٤-۷-۳- طراحی لوله اصلی

روشهای مختلفی برای انتخاب قطر لوله اصلی وجود دارد که در این قسمت چهار روش مختلف انتخاب قطر لوله اصلی توضیح و سپس مناسب ترین روش جهت طرح انتخاب خواهد شد .

(الف) روش محاسبه مقدار افت فشار مجاز

در این روش حدی برای افت اصطکاکی مجاز در واحد طول لوله قائل شده و قطر لوله اصلی را برآن اساس طراحی می‌نمایند (در این حالت شیب زمین می‌تواند معیار قرار گیرد) . پس از تعیین افت فشار مجاز ، از معادله هیزن – ویلیامز و یا دارسی ویسباخ برای محاسبه قطر لوله اصلی استفاده می‌گردد . معادله هیزن ویلیامز در رابطه زیر ارائه شده است .

$$Hf = 1.22 \times 10^{10} \times L \times (Q/C)^{1.852} / D^{4.87} \qquad (۲۶)$$

Hf= افت اصطکاکی در طول لوله (متر)

L= طول لوله (متر)

Q= دبی لوله (مترمکعب بر ثانیه)

C= ضریب اصطکاک لوله

D= قطر داخلی لوله (میلی‌متر)

(ب) روش محاسبه سرعت مجاز

در این روش سرعت مجاز جریان آب در لوله تعیین شده و در انتخاب قطر لوله اصلی سعی می‌گردد که سرعت جریان آب بیشتر از مقدار واقعی تعیین شده نگردد . برای لوله‌های اصلی در سیستم آبیاری تحت فشار معمولاً این سرعت بین ۱ تا ۲ متر بر ثانیه تعیین می‌گردد . پس از تعیین سرعت مجاز جریان ، می‌توان از معادله پیوستگی Q=A.V قطر لوله اصلی را محاسبه نمود . با داشتن دبی و سرعت جریان می‌توان به راحتی سطح مقطع و در نتیجه قطر لوله را بدست آورد .

(ج) روش محاسبه با درصد فشار متوسط

در این روش افت اصطکاکی مجاز در لوله اصلی را درصدی از فشار متوسط پاشنده‌ها در نظر گرفته و قطر لوله اصلـــی را بر آن اساس تعیین می‌کنند . برای اینکه آب با یکنواختی زیاد در لوله‌های جانبی توزیع شود ، مقدار افت را ۱۰ تا ۲۰ درصد فشار متوسط پاشنده‌ها انتخاب می‌نمایند .

(د) - روش اقتصادی

به دلیل اهمیت سرمایه‌گذاری و به منظور کاهش هزینه سیستم آبیاری، می‌توان از روش اقتصادی که در حقیقت مقایسه هزینه است استفاده کرد .

در روش اقتصادی ، قطر لوله به‌گونه‌ای انتخاب می‌گردد که مجموع هزینه‌های ثابت و متغیر حداقل گردد . هزینه ثابت اولیه صرف خرید لوله ، پمپ و متعلقات آن شده و هزینه متغیر مربوط به سوخت ، برق و تغییرات و نگهداری سیستم‌ها می‌باشد .

انتخاب روش مناسب تعیین قطر لوله

بـــا توجه به توپوگرافی و شیب اراضی محدوده طرح و با در اختیار داشتن دبی مورد نیاز لوله‌ها ، مقادیر افت اصطکاکی در لوله را برای یک قطر انتخابی محاسبه و سپس میزان افت فشار را با شیب و سرعت جریان را با سرعت مجاز قیاس نموده و از روش سعی و خطا و تغییر قطر لوله ، به نحوی که سرعت جریان در محدوده سرعت مجاز قرار گیرد و حتی‌الامکان افت ناشی از اصطکاک در لوله با شیب اراضی خنثی گردد ، قطر لوله را که از لحاظ فنی و اقتصادی بهینه باشد انتخاب می‌گردد.

محاسبه فشار مورد نیاز سیستم

برای انتخاب پمپ و نیروی محرکه مورد نیاز سیستم لازم است تمامی افت فشارهای ناشی از اصطکاک را در داخل شبکه اعم از لوله و اتصالات محاسبه و تعیین نمود . مجموعه این افت‌ها را ارتفاع دینامیک کل نامیده می‌شود .

ارتفاع دینامیک کل از مجموع ارتفاع‌های زیر و رابطه زیر حاصل می‌گردد .

- ارتفاع فشاری مورد نیاز قطره‌چکان برای کاردر لوله فرعی Pa (متر)
- افت انرژی ناشی از اصطکاک در طول لوله فرعی H_L (متر)
- افت انرژی ناشی از اصطکاک در طول لوله مانیفلد Hm (متر)
- افت انرژی ناشی از اصطکاک در طول لوله نیمه اصلی Hm1 (متر)
- افت انرژی ناشی از اصطکاک در طول لوله اصلی Hm2 (متر)
- افت انرژی ناشی از اصطکاک در ضمائم و شیرهای مربوطه $\sum H$ (متر)
- ارتفاع استاتیک کل که شامل ارتفاع مکش نیز می شود ΔE (متر)
- افت های متفرقه جهت ضریب اطمینان ($۰/۲\sum Hf$) (متر)

TDH= ارتفاع دینامیک کل (متر)

$\sum HF$= مجموع افت های اصطکاکی در لوله و اتصالات (متر)

$$TDH=Pa+H_L+H_m+Hm_1+Hm_2+\sum H+\Delta E+۰/۲(\sum Hf) \qquad (۲۷)$$

پس از محاسبه ارتفاع دینامیک کل و با توجه به آبدهی مورد نیاز سیستم نسبت به انتخاب پمپ و نیروی محرکه اقدام می شود . در جدول شماره (۱-۳۰) مشخصات هیدرولیکی شبکه آبیاری قطره‌ای و در جدول شماره (۱-۳۱) مشخصات پمپ و نیروی محرکه ارائه شده است.

جدول شماره۱-۳۰ مشخصات هیدرولیکی شبکه آبیاری قطره ای

ردیف	شرح	واحد	مشخصات
۱	ارتفاع مورد نیاز ابتدای قطره چکان	m	
۲	افت فشار ناشی از اصطکاک در طول خطوط آبده	m	
۳	افت فشار ناشی از اصطکاک در طول خطوط مانیفلد	m	
۴	افت ناشی از اصطکاک در طول خط نیمه اصلی با منظور نمودن شیب	m	
۵	افت ناشی از اصطکاک در طول خط اصلی با منظور نمودن شیب	m	
۶	افت ناشی از اصطکاک در ایستگاه پمپاژ و کنترل مرکزی	m	
۷	افت ناشی از استهلاک و فرسودگی سیستم	m	
۸	ارتفاع مورد نیاز سیستم	m	
۹	آبدهی مورد نیاز سیستم	lps	

جدول شماره ۱-۳۱- مشخصات پمپ و نیروی محرکه

ردیف	شرح	واحد	مشخصات
۱	نوع پمپ	-	
۲	مدل پمپ	-	
۳	قدرت نیروی محرکه (برقی)	hp–kw	
٤	دور موتور (پمپ و نیروی محرکه)	rpm	
٥	قطر لوله مکش و رانش	in	
٦	قطر پروانه	mm	
۷	تعداد پمپ و نیروی محرکه (رزرو)	عدد	
۸	راندمان پمپ	%	
۹	متوسط آبدهی پمپ	lps	
۱۰	متوسط ارتفاع پمپ	m	

۱-٤-۸- سیستم های تصفیه آب

(الف) فیلترهای توری

فیلترهای توری از صفحات مشبک توری که معمولاً از جنس فولاد ضد زنگ و یا پلاستیک می‌باشد ساخته شده و در انـــدازه‌های مختلف و یا مش‌های متفاوت در بازار موجوداست . این توری‌ها در داخل محفظه به شکل استوانه قرار می‌گیرد . در طی عمل تصفیه با صافی‌های توری ، آب ابتدا وارد قسمت داخلی توری شده و سپس از جدار آن خارج می‌شود، لذا هرگونه ذرات قابل تصفیه در داخل استوانه توری باقی می‌ماند . صافی ها طوری طراحی می‌شوند که بدون باز کردن آن بتوان شیر خروجی آن را بسته و با بازکردن شیر شستشو ذرات محبوس شده در داخل آن را خارج کرد برای این کار معمولاً دو عدد فشارسنج در قسمت ورودی و خروجی صافی کارگذاشته می‌شود که اختلاف شدید فشار بین آنها نشانگر ، گرفته شدن چشمه‌های صافی با ذرات معلق بوده و نیاز به شستشو دارد .

(ب) فیلترهای شنی

صافی‌های شنی در جداکردن ذرات معلق آلی وغیرآلی موثرند. این صافی‌ها قادرند در عین جدا کردن ذرات، مقدار دبی زیادی را از خود عبور دهند . بنابراین در مواردی که آب محتوی مقدار زیادی مواد آلی است توصیه می‌شود بجای صافیهای توری از اینگونه صافی‌ها استفاده شود . اساس کار صافی‌های شنی به این ترتیب است که در طی عمل تصفیه آب از قسمت بالای محفظه شن وارده شده پس از عبور از داخل آن از قسمت پایین خارج می‌گردد. برای شستشوی صافی شنی معمولاً از جریان معکوس استفاده می‌شود . در طی این فرایند لایه شن باز شده و هر گونه ذراتی که در لابلای آن محبوس شده است بخارج رانده می‌شود.

(ج) هیدروسیکلونها

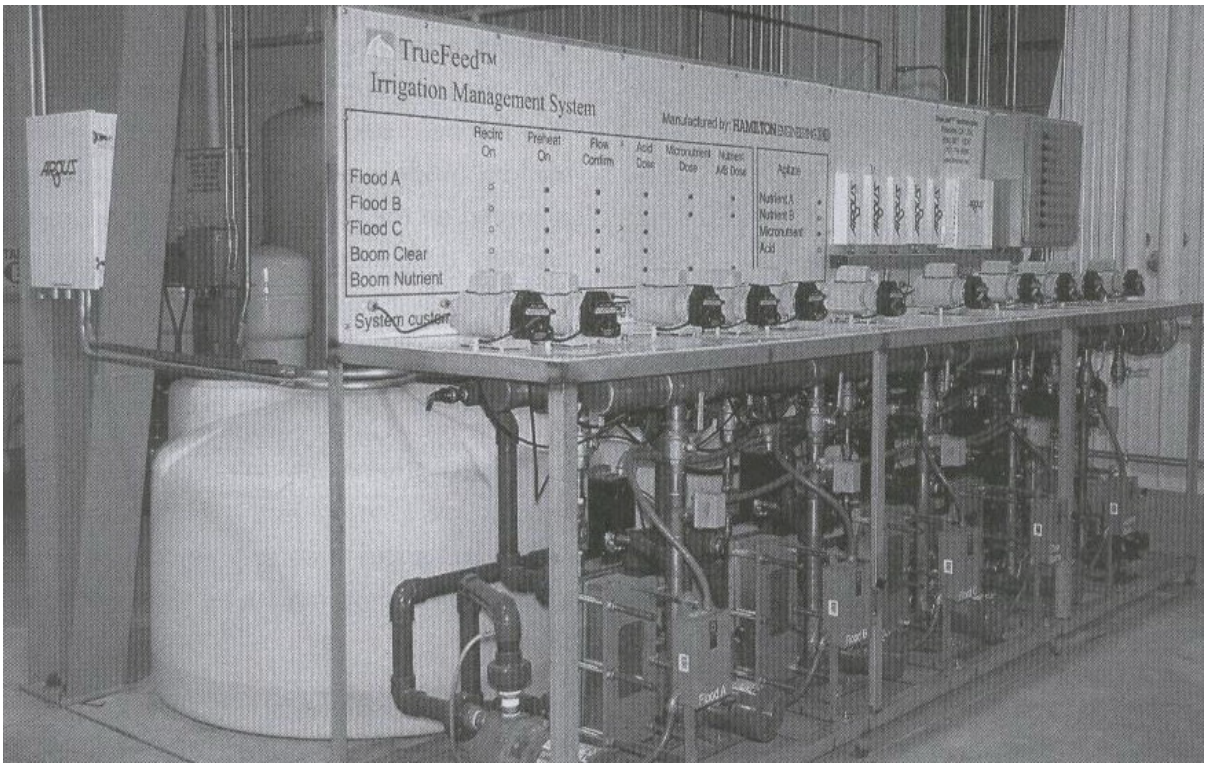
هیدروسیکلونها یا صافی‌های گریز از مرکز جداکننده شن ، دستگاه‌هایی هستند که برای جداساختن شن و سایر ذرات سنگین تر از آب به کار می‌رود . برای جلوگیری از فرسودگی پمپ توصیـــــه می‌گردد که این دستگاه‌ها در صورت امکان در مسیر لوله مکش کار گذاشته شود . سیکلون‌ها اصولاً نیازی به تعمیر ندارند و در بعضی از انواع آنها نیز در حین کار خود به خود ذرات جمع آوری شده

را خارج ساخته و تمیز می‌نمایند .اساس کار سیکلون مبتنی بر نیروی گریز از مرکزی است که در اثر جریان ورودی به آنها پدید می‌آیـــد . این انرژی در اثر نیروی گریز از مرکز، سرعت خطی جریان آب خام ورودی به دستگاه را به سرعت دورانـی با جریان مارپیچی تبدیل نموده که در برخورد ذرات به جدار داخلی و مخروطی دستگاه و تحت نیروی جاذبه در سطح شیب‌دار و نیروی وزن دانه‌ها سبب جداسازی ذرات جامد از مایع با حداقل افت فشار می‌گردد .

(د) دستگاه تزریق کود و سم در سیستم آبیاری قطره‌ای

یکی از مزایای آبیاری قطره‌ای کاربرد توام (کود آبیاری) و سموم (سم آبیاری) همراه با آب آبیاری است . در این روش چون کود مستقیماً در اختیار هر گیاه قرار می‌گیرد کارآیی مصرف آن افزایش می‌یابد . صرفه‌جویی در نیروی کارگر ، ماشین آلات و هزینه‌های انرژی از دیگر مزایای آن می‌باشد .

برای تزریق کودهای شیمیایی و دیگر مواد شیمیایی و یا عناصر میکرو به داخل سیستم آبیاری قطره‌ای از وسائلی مانند پمپ ، دستگاه مکش ، وانتوری و یا تانکهای اختلاف فشار استفاده می‌گردد . تأمین و توزیع عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان در کلیه مراحل رشد در بخش مهم دیگری از فرآیند عملیاتی ایستگاه کنترل مرکزی می‌باشد،که توسط سیستم تزریق کود و مواد شیمیایی با اهداف زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد .



شکل ۱-۷۹ دستگاه تزریق کود و سم در سیستم آبیاری قطره ای

۱. آماده‌سازی و تزریق کود با مواد غذایی مورد نیاز گیاهان
۲. تزریق سموم دفع آفات (علف‌کش‌ها ، آفت‌کش‌ها و ...)

۳. پاک سازی و شستشوی شیمیـــایی مسیر لوله‌ها و رفع انسداد قطره چکان‌ها با استفاده از محلولهای شیمیایی

۱-۵- ساختمان های جانبی

در هر مجتمع گلخانه ای به جز سازه یا سازه های تولید، ساختمان هایی با هدف خدمات جانبی تولیـد یـا بـه تعبیـری، پـشتیبانی تولید، مورد نیاز بوده و احداث می گردند. این ساختمان ها شامل:

انبار تجهیزات، انبار سموم، سردخانه، تاسیسات، سالن کار مرکزی، اتاق تهیه خاک ساختمان یـا اتـاق رفـاهی (جهـت کـارگران)، ساختمان مسکونی کارگران و مدیران، دفتر امور اداری و محل پذیرایی از مهمانان (show room) می باشند.

البته بسته به نوع فعالیت مجتمع گلخانه ای، ممکن است تعدادی از این موارد حذف یا تعـدادی بـا عنـاوین و کاربردهـای دیگـر، اضافه شوند. اما در اکثر موارد، ساختمان های فوق مورد نیاز هستند.

در مجتمع های گلخانه ای، این ساختمان ها تحت عنوان «ساختمان سرپرستی» یا "Head house" شناخته می شوند.

از سوی دیگر بسته به ابعاد و کاربری گلخانه (مجتمع تولیدی) ابعاد این ساختمان سرپرستی نیـز متفـاوت اسـت و اسـتانداردهای موجود، هر کدام سطوحی را برای این ساختمان منظور نموده اند.

آنچه در جدول (۱-۳۲) می آید معیار ابعاد این ساختمان می باشد:

جدول شماره ۱-۳۲- ابعاد ساختمان سردخانه (به ازای هر هکتار گلخانه)

ردیف	نوع محصول	فاصله مجتمع یا گلخانه تا بازار	
		کمتر از ۱۰۰ کیلومتر	بیشتر از ۱۰۰ کیلومتر
۱	گلهای شاخه بریده حساس	۲۰ مترمربع	۸۰ مترمربع
۲	گلهای شاخه بریده مقاوم	-	۵۰ متر مربع
۳	گیاهان آپارتمانی	-	-
۴	گیاهان فضای باز	-	-
۵	سبزی های داربستی و میوه های حساس	۳۰ متر مربع	۱۰۰ مترمربع
۶	سبزی های داربستی و میوه های مقاوم	۱۲ مترمربع	۵۰ متر مربع

استخر ذخیره

با توجه به روش آبیاری در مجتمع یا گلخانه و منبع آب مورد استفاده (قنات، چاه، کانال و...) احداث استخر ذخیره آب قابل بررسی می باشد. یکی از این زوایا، بحث حق آبه و تامین ساعتی آب بصورت نوبت در شبانه روز یا هفتـه اسـت. ایـن امـر ممکـن اسـت در مواردی موجب وقفه در تامین آب (بصورت مستقیم از منبع تغذیه) گردیده و خساراتی را به همراه آورد.

لذا بسته به نوع گلخانه، وضعیت تامین آب، نوع محصول، نیاز به احداث استخر ذخیره آب خواهد بود.

بطورکلی محصولات گلخانه ای از قبیل گلهای شاخه بریده و سبزی های داربستی نیازمند دوبار آبیـاری در هفتـه مـی باشـند. از سوی دیگر نیاز نم پاشی، سیستم سرمایش تبخیری، نیز باید مدنظر قرار گیرند.

استخرهای ذخیره آب در گلخانه ها معمولاً به دو گروه استخرهای بیرونی و داخلی تقسیم می شوند. استخرهای داخلی که معمولاً در ابعاد کوچک احداث می گردند (حدود ۵ مترمکعب به ازای هر ۲۰۰۰ مترمربع مساحت گلخانه) جهت تهیه محلول غذایی یا هم دما نمودن آب مورد استفاده در آبیاری و آبپاشی کاربرد دارند. استخرهای بیرونی نیز بسته به نوع محصول، روش کشت، منبع و روش تامین آب و... قابل محاسبه هستند ولی بطورکلی برای هر هکتار گلخانه از ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمکعب استخر ذخیره بیرونی مورد نیاز می باشد. در جدول (۱-۳۳) حجم استخر مورد نیاز جهت پیک مصرف آب (اوج نیاز آبیاری) در شرایط گرم و خشک پیشنهاد شده است-

جدول شماره ۱-۳۳- مقایسه نیاز آبی سیستم کشت خاکی و هیدرویونیک

سیستم کشت هیدروپونیک				سیستم کشت خاکی			
نیاز آبی بالا		نیاز آبی پائین		نیاز آبی بالا		نیاز آبی پایین	
حق آبه هفتگی	حق آبه روزانه و دو روزه	حق آبه هفتگی	حق آبه روزانه و دو روزه	حق آبه هفتگی	حق آبه روزانه و دو روزه	حق آبه هفتگی	حق آبه روزانه و دو روزه
۵۰۰ مترمکعب	۳۰۰ مترمکعب	۱۵۰ مترمکعب	۱۰۰ مترمکعب	۱۰۰۰ مترمکعب	۶۰۰ مترمکعب	۳۰۰ مترمکعب	۲۰۰ مترمکعب

* عمق استخر حدود ۲ متر تعیین می گردد.

ساختمان محل اسکان کارگران

محل اسکان و استراحت کارگران جهت امور استراحت، تعویض لباس و سکونت موقت یا دائم کارگران مورد نیاز می‌باشد. ساختمان کارگری مورد نیاز در مجتمع‌های گلخانه‌ای را می‌توان به شرح ذیل تفکیک نمود-

جدول شماره ۱-۳٤- فضاهای مورد نیازمجتمع گلخانه ای

محصول تولیدی	نیروی کارگری مورد نیاز در هکتار (نفر)	مساحت ساختمان کارگری مورد نیاز (مترمربع)
گلهای شاخه بریده حساس	۱۵	۴۰
گلهای شاخه بریده کم توقع	۸	۲۵
گیاهان آپارتمانی حساس	۲۰	۵۰
گیاهان آپارتمانی کم توقع	۱۲	۳۰
گل و گیاهان فضای باز	۸	۲۵
سبزی های داربستی	۴	۲۰
میوه های گلخانه ای	۶	۲۰

اتاق نمونه (Show room) و محل پذیرایی از بازدیدکنندگان

دفتر سرپرستی و فروش

جهت انجام امور دفتری، مالی و فروش اتاقی تحت عنوان سرپرستی (دفتر امور اداری) مورد نیاز است که به ازای هر هکتار سطح گلخانه‌ها ۲۰-۱۵ مترمربع منظور می‌گردد.

اندازه کل ساختمان سرپرستی (Head house)

مجموع ساختمان‌هایی که شرح داده شد در یک مجموعه تحت عنوان ساختمان سرپرستی یا Head house شناخته می‌شوند. این ساختمان معمولاً بصورت یک سوله یکپارچه و در سمت شمال گلخانه (برای جلوگیری از سایه اندازی روی گلخانه) احداث می‌گردد و واحدهای مورد نیاز بصورت قطعه بندی (پارتیشن‌های مجزا) تفکیک می‌گردند.

براساس استاندارد (NGMA)[1] به شرح جدول(۱-۳۵) می‌باشد:

جدول شماره ۱-۳۵- ساختمان های جانبی موردنیاز مجتمع بر اساس استانداردآمریکا

اندازه گلخانه (مجتمع تولیدی)	حداقل فضا به ازای هر ۱۰۰۰ مترمربع گلخانه
۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰ مترمربع	۱۵ مترمربع
۴۰۰۰ تا ۸۰۰۰ مترمربع	۱۰ مترمربع
بالاتر از ۸۰۰۰ مترمربع	۷ مترمربع

[1] انجمن محل گلخانه سازان (آمریکا) National Greenhouse Manufactures Assotiation

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی–فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **http://tec.mporg.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

Islamic Republic of Iran
Vice presidency for strategic planning and supervision

Greenhouse Development Criteria
Design Criteria

No.474

Office of Deputy for Strategic supervision

Bureau of Technical Execution Systems

Jihad-e- Agriculture Ministry

Agriculture Planning & Economic Research Institute (APERI)

http://tec.mporg.ir

www.agri-peri.ir

این نشریه

بخشی از مبانی و ضوابط توسعه گلخانه‌ها می‌باشد که با اهـداف هـدایت و بهینه نمـودن سـرمایه گـذاری‌هـا، بـالا بـردن کیفیـت اجرایـی طـرح‌هـای گلخانه‌ای، استفاده بهتر از نیروی انسانی و یکنواخـت نمـودن رویـه اجرایـی منتشر مي‌گردد.