

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

راهنمای جامع

مکان‌یابی برای ساخت گلخانه

نویسندگان:

قاسم زارعی، داود مؤمنی، جلال جوادی مقدم

۱۳۹۷

سرشناسه	زارعی، قاسم، ۱۳۴۵ -
عنوان و نام پدیدآور	راهنمای جامع مکانیابی برای ساخت گلخانه/ نویسندگان قاسم زارعی، داود مومنی، جلال جوادی مقدم؛ تهیه شده در موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی.
مشخصات نشر	کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۱۸۰ ص.: مصور(رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	رایگان: 1-485-520-964-978
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	گلخانه داری
موضوع	Greenhouse management
موضوع	گلخانه داری -- ایران
موضوع	Greenhouse management -- Iran
موضوع	گلخانه ها
موضوع	Greenhouses
موضوع	گلخانه ها -- ایران
موضوع	Greenhouses -- Iran
موضوع	پلاستیک در کشاورزی
موضوع	Plastics in agriculture
شناسه افزوده	مومنی، داود، ۱۳۵۵ -
شناسه افزوده	جوادی مقدم، جلال، ۱۳۵۸ -
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
رده بندی کنگره	SB۴۱۵/ز۲۲ ۱۳۹۷
رده بندی دیویی	۶۳۵/۹۸۲۳
شماره کتابشناسی ملی	۵۴۷۲۱۵۲

ISBN:978-964-520-485-1

شابک: ۱-۴۸۵-۵۲۰-۹۶۴-۹۷۸



نشر آموزش کشاورزی

عنوان: راهنمای جامع مکان یابی برای ساخت گلخانه
نویسندگان: قاسم زارعی، داود مؤمنی، جلال جوادی مقدم
مدیر داخلی: شیوا پارسا نیک
ویراستاران ترویجی: سمیرا اسفندیاری بیات، نصیبه پورفاتح
ویراستار ادبی: محمد اسماعیل صالحی مقدم
سر ویراستار: وجیهه سادات فاطمی
تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
ناشر: نشر آموزش کشاورزی
شمارگان: ۲۵۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۷
قیمت: رایگان
مسئولیت درستی مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۴۶۶۲ به تاریخ ۹۷/۹/۲۸ است.

نشانی: تهران - بزرگراه شهید چمران - خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،

ص. پ. ۱۹۳۹۵-۱۱۱۳

تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

مخاطبان:

مدیران، کارشناسان، گلخانه داران پیشرو، مروج‌های
مسئول پهنه تولید

اهداف:

- آشنایی به چگونگی مکان‌یابی مناسب برای ساخت گلخانه‌ها با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه،
- آشنایی به معیارهای مکان‌یابی برای ساخت یک گلخانه.

فهرست

مقدمه	۹
وضعیت گلخانه‌های جهان و ایران	۱۳
ویژگی‌های کشت گلخانه‌یی	۲۲
شرایط مناسب برای کشت گلخانه‌یی در ایران	۲۳
علت‌های سطح کم زیر کشت گیاهان گلخانه‌یی	۲۴
شرایط محیطی مورد نیاز محصول‌های گلخانه‌یی	۲۸
مرحله‌های ساخت گلخانه	۲۹
نمونه مطالعه‌های مکان‌یابی در کشورهای گوناگون	۳۱
عامل‌های مؤثر در مکان‌یابی گلخانه‌ها	۳۵
تعیین تناسب اقلیمی منطقه‌ها برای تأسیس و بهره‌برداری از گلخانه‌ها	۳۹
تبدیل ساعت‌های آفتابی به میزان تابش خورشیدی در منطقه‌های بدون آمار تابش	۵۱
تعیین تناسب اقلیمی برای چند استان	۵۶
کمیت و کیفیت آب منطقه	۷۹
دسترسی به زیرساخت‌های ضروری و نهاده‌های مهم تولید بازار مصرف	۱۰۴
وضعیت خاک شناسی و توپوگرافی	۱۱۱
وضعیت هیدرولوژیکی منطقه	۱۲۳
وضعیت محیط زیست منطقه	۱۲۸
روش تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه برتر	۱۴۳
روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)	۱۴۸

۱۵۴	.....	ساخت درخت سلسله مراتبی
۱۵۶	.....	تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها
۱۵۸	.....	تعیین ضریب اهمیت گزینه ها
۱۵۹	.....	تعیین امتیاز نهایی گزینه ها
۱۶۰	.....	بررسی سازگاری در قضاوت ها
۱۶۳	.....	نتیجه گیری و توصیه های کاربردی
۱۶۵	.....	منابع

مقدمه

امروزه، مواد غذایی، با توجه به افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به تولید محصول‌ها و فراورده‌های کشاورزی برای تأمین نیاز غذایی بشر نسبت به گذشته بسیار پراهمیت‌تر و دشوارتر شده‌اند و برنامه‌هایی برای انجام آن در دست اجرا نیستند. در این راستا، بهره‌برداری بهینه از منابع‌های تولید و حفظ آن‌ها برای آیندگان، جزء مسئله‌های مطرح روز دنیاست. بهره‌برداری بی‌رویه از منابع‌ها و نهاده‌های تولید در کشورهای جهان سوم، چند برابر، وضعیت را بدتر و حساس‌تر کرده و به دلیل نبود ثبات اقتصادی، سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی رشدی مثبت از خود نشان نمی‌دهد. در نتیجه این عامل‌ها امکان پیش‌بینی افزایش تولید متناسب با رشد جمعیت وجود نداشته و قیمت محصول‌ها و فراورده‌های

کشاورزی و همچنین نرخ بیکاری به طور بی‌رویه افزایش می‌یابند.

در کشورمان، ایران؛ افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به مواد غذایی با توجه به خطرپذیری بالای کشاورزی از یک‌سو و محدودیت توسعه زمین‌های کشاورزی مناسب از سوی دیگر تأمین نیازهای غذایی ایرانیان را با مشکل اساسی روبه‌رو کرده است. در چنین شرایطی تنها راهکار برای حل این مشکل، با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک کشورمان، بهره‌برداری از آخرین روش‌ها و فن‌آوری‌های روز دنیا از جمله؛ تولید محصول‌های کشاورزی در محیط‌های بسته و کنترل شده مانند: گلخانه‌ها به منظور افزایش بهره‌وری در واحد سطح است.

ایجاد گلخانه‌ها برای تولید محصول‌های کشاورزی به دلیل امکان کنترل عامل‌های تأثیرگذار محیطی همچون؛ تغییر دما، جلوگیری از پدیده‌های سرما یا گرم‌زدگی، بهره‌برداری بهینه از منابع‌های آبی و خاکی، امکان کاربرد کود و سم مورد نیاز و در نهایت تولید در فصل‌های گوناگون، جایگاهی ویژه به این نوع از تولیدها داده‌اند، در نتیجه؛ کشت گلخانه‌یی به

عنوان یک روش تولید متفاوت همراه با بهره‌وری بالا، در سال‌های اخیر رو به گسترش است.

نکته دیگر اینکه؛ مسایل و مشکل‌های تولید گلخانه‌یی را نمی‌توان نادیده گرفت، بنا براین؛ براساس تجربه‌های سال‌های گذشته، ساخت و راه‌اندازی شهرک‌ها و مجتمع‌های گلخانه‌یی بدون بررسی‌های همه‌جانبه و مکان‌یابی اصولی، گرفتاری‌هایی بسیار برای دولت مردان و بهره‌برداران به وجود آورده است. به دلیل این، انجام مطالعه‌های جامع که در برگیرنده پیش‌نیازهای اساسی تولید محصول‌های گلخانه‌یی باشد، اهمیتی بسیار دارد.

وضعیت گلخانه های جهان و ایران

الف - گذری به تاریخچه

صنعت گلخانه و تولیدهای گلخانه یی در جهان نسبت به ایران دیرینه یی بیش تر دارد؛ صنعت گلخانه های پیشرفته در سده ی شانزدهم از کشور هلند سرچشمه گرفته است. در آن زمان بوته های گل یاس که در فضای آزاد پرورش می یافتند، برای نخستین بار به گلخانه منتقل شدند و در آن جا پرورش یافتند. امروزه، این کشور بزرگترین کشور دارنده صنعت گلخانه در جهان به شمار می آید و کار تولید گلخانه را با سطح دانش فنی، اتوماسیون، مکانیزاسیون (ماشینی کردن) و بهره وری بالا حتی به صورت کشت های فراسرزمینی (کشت برون مرزی) در کشورهای کنیا و کلمبیا انجام می دهد. همچنین، ساخت گلخانه برای تولید میوه و سبزی های بیرون از فصل و نیز گل ها و گیاهان زینتی، از سده هفدهم میلادی در دیگر کشورهای اروپایی، امریکا و جاهای دیگر آغاز شد و در دهه های اخیر به دلیل ویژگی های بی نظیر آن بویژه بهره برداری بهینه از

منبع‌های خاک و آب و نیز اشتغال‌زایی در سرتاسر جهان رو به گسترش است.

کشت‌های تجاری گلخانه‌یی از سال ۱۳۵۲ هجری شمسی از کشورهای اروپایی به ویژه هلند، با انگیزه تولید گیاهان زینتی به ایران راه‌یافت. در ایران نیز در دو دهه اخیر توجه جدی به تولید سبزی‌ها، برخی محصولات‌های باغی، گل‌ها و گیاهان زینتی در گلخانه‌ها صورت گرفته است. به عبارت دیگر، تولید تجاری در گلخانه‌های صنعتی ایران، جدید است و به همین دلیل دانش فنی، نیروی انسانی خبره موجود در این زمینه در کشور ضعیف است. آشکار است که با بومی‌سازی دانش فنی و شکل‌گیری سرمایه انسانی و توسعه اصولی آن، صنعت گلخانه در کشور در آینده پویاتر نیز خواهد شد و ضمن افزایش بهره‌وری تولید، فرصت‌های شغلی بیش‌تر ایجاد خواهد کرد.

امروزه با سیاست‌های جدید دولت، شهرک‌ها و مجتمع‌های گلخانه‌یی در سراسر کشور توسعه پیدا کرده‌اند. علاوه بر آن، در بخش خصوصی، گلخانه‌های تنها و خارج از شهرک‌های یادشده ساخته شده‌اند و از آن‌ها بهره‌برداری می‌کنند. استقبال گسترده

دانش آموختگان کشاورزی و بخش خصوصی از این موضوع، نویدبخش تشکیل سرمایه انسانی بزرگی است که در مورد صنعت جدید گلخانه در ایران دارد شکل می گیرد.

آمار و اطلاعات موجود در دفتر امور گلخانه ها، گیاهان دارویی و قارچ معاونت امور باغبانی وزارت جهاد کشاورزی نشان می دهد؛ سطح زیر کشت گلخانه ها تا پایان سال ۱۳۹۴ در کشور حدود ۱۰۰۲۴ هکتار بوده است (جدول ۱). از این سطح، حدود ۷۲۵۳ هکتار (۷۲/۳٪) به سبزی ها، ۲۲۶۵ هکتار (۲۲/۶٪) به گل ها و گیاهان زینتی و ۵۰۶ هکتار (۵/۱٪) نیز به گیاهان و محصول های دیگر گلخانه یی اختصاص داشته اند اما سهم گلخانه های ایران از گلخانه های جهان هنوز کمتر از ۰/۵٪ است.

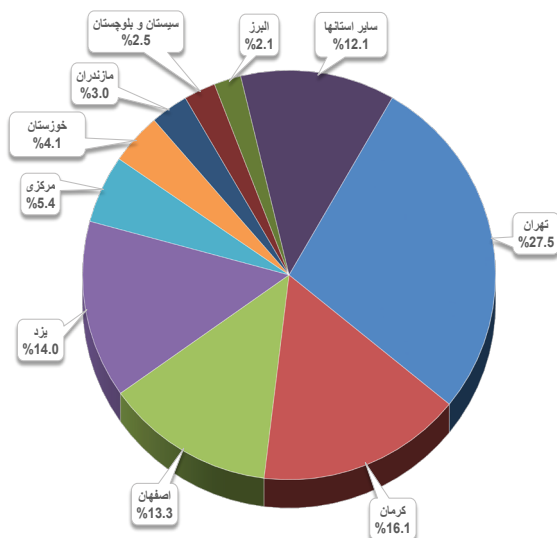
این آمار بیشترین سطح گلخانه ها در کشور در آن سال را به ترتیب در استان های تهران ۲۷۶۵/۹ هکتار، کرمان در منطقه جیرفت و کهنوج و منطقه های دیگر این استان ۱۶۱۳ هکتار، اصفهان ۱۴۰۹/۵ هکتار، یزد ۱۳۳۱/۲ هکتار، مرکزی ۵۳۹/۷ هکتار، خوزستان ۴۰۷/۸ هکتار، مازندران ۲۹۷/۷ هکتار، سیستان و

بلوچستان ۲۴۹/۸ هکتار و البرز ۲۱۳/۱ هکتار نشان می‌دهد، به گونه‌یی که می‌توان گفت: حدود ۸۷/۹٪ از کل مساحت گلخانه‌های کشور در این استان‌ها و باقی‌مانده در استان‌های دیگر کشور متمرکز بوده‌اند (شکل ۱).

جدول ۱: سطح زیرکشت محصول‌های گلخانه‌یی تا پایان سال ۱۳۹۴^۱

سطح زیر کشت		نوع محصول
(%)	(ha)	
۷۲/۴	۷۲۸۳/۲	سبزی‌ها
۲۲/۵	۲۲۶۴/۶	گل‌ها و گیاهان زینتی
۲/۹	۲۹۵/۸	توت‌فرنگی
۰/۴	۴۰/۸	گیاهان دارویی
۱/۸	۱۸۵/۷	گیاهان دیگر
۱۰۰	۱۰۰۴۵/۲	جمع کل

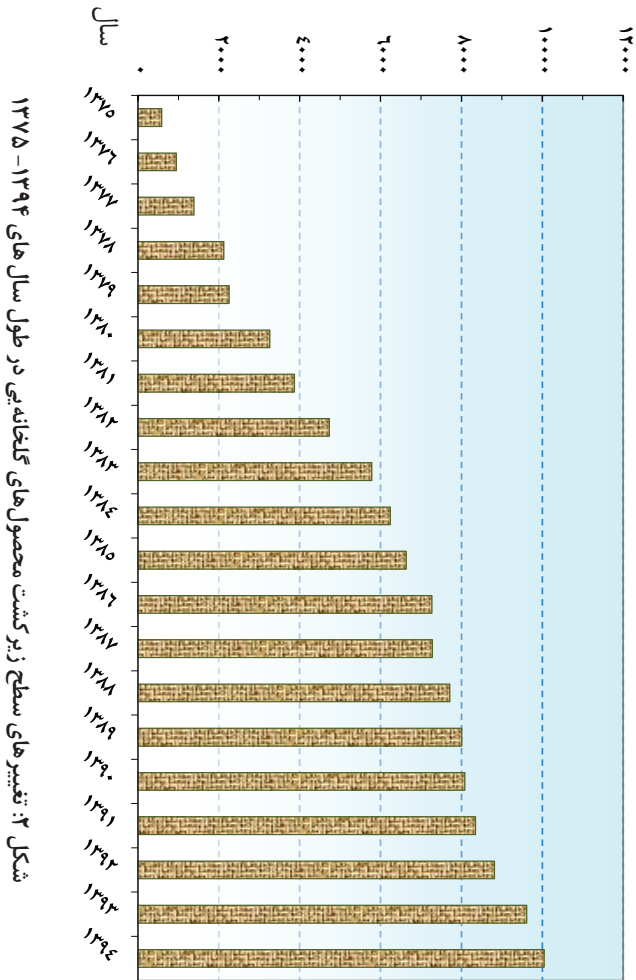
۱ - منبع، دفتر امور گلخانه‌ها، گیاهان دارویی و قارچ معاونت امور باغبانی است.



شکل ۱: مساحت گلخانه‌ها در استان‌های عمده کشور در سال ۱۳۹۴

تغییرهای سطح زیرکشت محصول‌های گلخانه‌یی در طول دو دهه از نیمه دهه ۷۰ تا میانه دهه ۹۰ شمسی در شکل ۲ آورده شده‌اند، همان‌گونه که مشاهده می‌شود؛ سطح زیر کشت محصول‌های گلخانه‌یی در ۲۰ سال گذشته (۱۳۷۵-۱۳۹۴) بیش‌تر از ۱۶ برابر شده است که رشد زیاد این صنعت جدید را در کشورمان نشان‌می‌دهد. آشکار است که سرعت بالای رشد و توسعه گلخانه‌ها در ایران بدون تقویت زیرساخت‌های مناسب، فرصت‌ها و تهدیدهایی به دنبال خواهد داشت.

سطح زیر کشت (هکتار)



ب- سیستم‌های گلخانه‌یی

سیستم‌های گلخانه‌یی یکی از کارآمدترین سیستم‌های تولید از نظر شاخص کارایی مصرف آب به شمار می‌آیند. به دلیل بسته بودن محیط و کم شدن تبخیر و تعرق گیاهان، بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری میکرو و امکان جمع‌آوری و کاربرد دوباره از زه‌آب‌ها^۱ در کشت‌های بدون خاک، بالاترین کارایی مصرف آب در این سیستم تولیدی را به دست می‌دهد.

امروزه، در کشورهای حاشیه دریای مدیترانه، چین، ژاپن و کره جنوبی سیستم‌های گلخانه‌یی به‌طور گسترده و مؤثر برای تولید سبزی‌ها بهره‌برداری می‌شوند. همچنین کشور هلند برای تولید و صادرات گل‌ها و گیاهان زینتی به دیگر کشورهای جهان، به دلیل برتری‌های نسبی موجود از جمله شرایط اقلیمی مناسب و نیروی کارگری ارزان، سرمایه‌گذاری‌های خوب در کشورهای کنیا و کلمبیا سرمایه‌گذاری‌های مناسب انجام داده است. در حقیقت، برتری مهم گلخانه، تحقق بخشیدن به شعار

۱- آبی که از کنار رود، چشمه، تالاب، زمین‌های کشاورزی، بسترهای کشت و .. تراوش کند.

سازمان خواروبار جهانی؛ تولید محصول بیش‌تر با آب کم‌تر^۱ است .

جدول شماره ۲ سطح زیرکشت گلخانه‌های گوناگون و نوع پوشش آن‌ها را در سال ۲۰۰۶، در منطقه‌های مختلف جهان نشان می‌دهد که سطح کل گلخانه‌های گوناگون دنیا تا آن سال حدود ۱۲/۶ میلیون هکتار است. بیش‌تر گلخانه‌های جهان در منطقه‌های نیمه‌گرم‌سیری قرار داشته است و پوشش بیش از ۹۹ درصد آن‌ها پلاستیک است. همچنین، بیش‌ترین سطح گلخانه‌یی جهان در قاره آسیا به مساحت حدود ۱۱/۵ میلیون هکتار بویژه در کشور چین به مساحت حدود ۷ میلیون هکتار، قرار دارد.

1- More crop with less drop

جدول ۳: تخمین سطح زیر کشت گلخانه‌یی جهان در سال ۲۰۰۶ میلادی (بر حسب هزار هکتار)

جمع	گلخانه با مالج‌های پلاستیکی	تونل‌های کوچک پلاستیکی	تونل‌های بزرگ پلاستیکی	شیشه‌یی	نوع گلخانه	منطقه
۱۱۵۹۳/۴۷۶	۱۰۰۰۰/۰۰۰	۶۶۵/۰۰۰	۹۲۶/۰۰۰	۲/۴۷۶		آسیا
۶۹۲/۴۲۲	۴۰۰/۰۰۰	۹۲/۰۰۰	۱۷۱/۵۰۰	۲۸/۹۲۲		اروپا
۲۴۹/۲۸۲	۸۰/۰۰۰	۱۱۲/۰۰۰	۵۰/۶۰۰	۶/۶۸۲		آفریقا/خاورمیانه
۲۹۲/۴۰۰	۲۶۰/۰۰۰	۲۰/۰۰۰	۱۱/۰۵۰	۱/۳۵۰		آمریکای شمالی
۲۶/۵۱۰	۶۰/۰۰۰	۱۱/۰۰۰	۹/۵۱۰	-		آمریکای مرکزی و جنوبی
۱۲۶۰۸/۰۹۰	۱۰۵۰۰/۰۰۰	۹۰۰/۰۰۰	۱۱۶۸/۶۶۰	۳۹/۴۳۰		کل جهان

ویژگی‌های کشت گلخانه‌یی

ویژگی‌های مهم روش کشت گلخانه‌یی در کشورمان عبارت‌اند از:

- ۱- کنترل عامل‌های محیطی،
- ۲- عرضه محصول در همه فصل‌های سال،
- ۳- افزایش بهره‌وری مصرف آب (مدیریت بهینه آب کشاورزی)،
- ۴- بهره‌برداری بهینه و مؤثر از همه نهاده‌های کشاورزی، مانند: بذر، کود، سم و مانند این‌ها،
- ۵- افزایش بازدهی و عملکردی محصول همراه با بالابردن کیفیت آن،
- ۶- ترویج فرهنگ کار گروهی و مشارکتی،
- ۷- ایجاد اشتغال بیش‌تر و مناسب‌تر.

شرایط مناسب برای کشت گلخانه‌یی در ایران

بجز ویژگی‌های آمده در بالا، کشت گلخانه‌یی در کشورمان شرایطی مناسب را برای انتخاب منطقه‌های آماده کشت و توسعه محصول‌های گلخانه‌یی فراهم آورده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

- ۱- موقعیت جغرافیایی،
- ۲- تنوع آب و هوا با طول روز بلند،
- ۳- روشنایی کامل آفتاب در بیش‌تر نقاط آن،
- ۴- وجود اقلیم‌های گوناگون،
- ۵- نزدیکی به بازارهای مصرف منطقه‌یی.

*** نکته! سطح زیر کشت گلخانه‌های کشورمان تا پایان سال ۱۳۹۴، حدود ۱۰۰۰۰ هکتار بوده که با توجه به مساحت زمین‌های آماده و مناسب برای کشت و نیز تنوع محصول‌های کشاورزی به این روش، بسیار ناچیز است.**

علت‌های سطح کم زیر کشت گیاهان گلخانه‌یی

بی‌گمان، عامل اصلی سطح کم زیر کشت گیاهان گلخانه‌یی وجود چالش‌های گوناگون در ساخت، شیوه‌های مدیریت و پرورش آن‌ها و ترویج فرهنگ کار گروهی و مشارکتی است که برخی از علت‌های آن عبارت‌اند از:

- ۱- وجود مشکل در سازه‌ها و تأسیسات گلخانه‌یی،
- ۲- وجود چالش‌های گوناگون اقتصادی، بویژه در اقتصاد کشاورزی،
- ۳- نبود بازار مناسب و بدون واسطه محصول‌های تولید شده،
- ۴- توسعه‌نیافتگی امور مرتبط به کشاورزی نوین (به زراعی) و عامل‌های تولید،
- ۵- ضعف در دانش مهارتی نسبت به اصلاح و تولید بذرهای بومی (به نژادی)،
- ۶- نبود دانش مدیریت بهینه آبیاری و زهکشی،
- ۷- ضعف در دانش مهارتی کنترل آفت‌ها و بیماری گیاهان گلخانه‌یی، بویژه کنترل بیولوژیک آن‌ها،

- ۸- ضعف در دانش مهارتی تغذیه گیاهی،
- ۹- ضعف در دانش مهارتی چگونگی حاصل خیزی خاک، بویژه خاک‌های گلخانه‌یی،
- ۱۰- نبود فرهنگ مشارکت‌طلبی، ترویج و انتقال یافته‌های پژوهشی و تحقیقاتی،
- ۱۱- ایجاد ضایعات و خسارت‌های ناشی از نبود دانش مهارتی در برداشت درست محصول،
- ۱۲- ایجاد ضایعات و خسارت‌های ناشی از نبود دانش مهارتی پس از برداشت (بسته‌بندی و عرضه مناسب به بازار)،
- ۱۳- وجود مشکل در استانداردسازی صنعت گلخانه و تولیدهای گلخانه‌یی کشور،
- ۱۴- توسعه نیافتگی فرهنگ کار گروهی و مشارکتی.

جدول ۳: بررسی ویژگی‌ها و شرایط مناسب کشت گلخانه‌یی در ایران، میزان سطح زیر کشت گلخانه‌های ایران و دلیل‌های کم بودن آن در یک نگاه

<p>ویژگی‌های مهم کشت گلخانه‌یی عبارت‌اند از: کنترل عامل‌های محیطی، عرضه محصول در دیگر فصل‌های سال، افزایش بهره‌وری مصرف آب (مدیریت بهینه آب کشاورزی)، بهره‌برداری بهینه و مؤثر از همه نهاده‌های کشاورزی (بذر، کود، سم، ...)، افزایش بازدهی و عملکردی محصول‌ها همراه با بالابردن کیفیت آن‌ها، ترویج فرهنگ کار گروهی و مشارکتی و در نهایت ایجاد اشتغال بیش‌تر و مناسب‌تر.</p>	<p>ویژگی‌های مهم کشت گلخانه‌یی</p>
<p>موقعیت جغرافیایی، تنوع آب و هوا با طول روز بلند، روشنایی کامل آفتاب در بیش‌تر جاهای کشور، وجود اقلیم‌های گوناگون و نزدیکی به بازارهای مصرف منطقه‌یی؛ شرایطی مناسب را برای انتخاب زمین‌های آماده کشت و توسعه محصول‌های گلخانه‌یی فراهم کرده است.</p>	<p>شرایط مناسب برای کشت گلخانه‌یی در ایران</p>
<p>سطح زیر کشت گلخانه‌های کشورمان تا پایان سال ۱۳۹۴، حدود ۱۰۰۰۰ هکتار بوده که با توجه به مساحت زمین‌های آماده و مناسب برای کشت و نیز تنوع محصول‌های کشاورزی به این روش، بسیار ناچیز است.</p>	<p>سطح زیر کشت گلخانه‌های ایران</p>

ادامه جدول ۳: بررسی ویژگی‌ها و شرایط مناسب کشت گلخانه‌یی در ایران، میزان سطح زیر کشت گلخانه‌های ایران و دلیل‌های کم بودن آن در یک نگاه

وجود مشکل در سازه‌ها و تأسیسات گلخانه‌یی، وجود چالش‌های گوناگون اقتصادی، بویژه در اقتصاد کشاورزی، نبود بازار مناسب و بدون واسطه محصول‌های تولید شده، توسعه‌نیافتگی امور مرتبط به کشاورزی نوین (به زراعی) و عامل‌های تولید، ضعف در دانش مهارتی نسبت به اصلاح و تولید بذره‌های بومی (به نژادی)، نبود دانش مدیریت بهینه آبیاری و زهکشی، ضعف در دانش مهارتی کنترل آفت‌ها و بیماری گیاهان گلخانه‌یی، بویژه کنترل بیولوژیک آن‌ها، ضعف در دانش مهارتی تغذیه گیاهی، ضعف در دانش مهارتی چگونگی حاصل‌خیزی خاک، بویژه خاک‌های گلخانه‌یی، نبود فرهنگ مشارکت‌طلبی، ترویج و انتقال یافته‌های پژوهشی و تحقیقاتی، ایجاد ضایعات و خسارت‌های ناشی از نبود مهارتی در برداشت درست محصول، ایجاد ضایعات و خسارت‌های ناشی از نبود دانش مهارتی پس از برداشت (بسته‌بندی و عرضه مناسب به بازار)، وجود مشکل در استانداردهای صنعت گلخانه و تولیدهای گلخانه‌یی کشور، توسعه‌نیافتگی فرهنگ کارگروهی و مشارکتی.

علت‌های سطح کم
زیر کشت گلخانه‌یی در
کشور

شرایط محیطی مورد نیاز محصول های گلخانه یی

بیشتر محصولهایی که در گلخانه های کشاورمان کشت و پرورش می یابند، از گونه های «گرمسیری» و «نیمه گرمسیری» شمرده می شوند که میانگین دمای ماهیانه ۱۷ تا ۲۷ درجه سلسیوس را می پسندند. میانگین حداقلی و حداکثری دمای ماهیانه محصول های منطقه های گرمسیری، به طور معمول، ۱۲ و ۳۲ درجه سلسیوس را ترجیح می دهند. همچنین این محصول ها برای انجام فرایندهای فیزیولوژیک خود به اختلاف دمای بین ۵ تا ۷ درجه سلسیوس در طول شبانه روز نیازمنداند.

*** نکته! تا جایی که ممکن است، این اختلاف دما بیش از ۱۵ درجه سلسیوس نباید باشد.**

از سوی دیگر، تطابق فتوپریودیک^۱ بیشتر محصول های گلخانه یی به گونه یی است که دست

۱ - به تغییر طول روز و شب- اثر تغییر ساعت روشنایی روی محصول های گلخانه یی می گویند.

کم‌شش ساعت در روز به نور آفتاب نیاز داشته و در طول سه ماه، از میانه مهرماه تا میانه دی ماه، در مجموع به ۵۰۰ تا ۵۵۰ ساعت نور آفتاب - که تابش خورشیدی به اندازه ۲۰۰ کالری بر سانتی متر مربع در روز تابش نور خورشید است - نیازمند است. همچنین، دامنه رطوبت مورد نیاز این محصول‌ها، به طور معمول، ۷۰ تا ۹۰ درصد است.

مرحله‌های ساخت گلخانه

به طور اصولی، گلخانه‌های تجاری با هدف تولید انبوه و اقتصادی انواع گل‌ها و گیاهان زینتی، سبزی‌ها و میوه‌ها به وجود می‌آیند. بنا براین؛ برای آماده‌سازی شرایط محیطی مناسب در درون آن‌ها:

- ۱- انتخاب محل مناسب،
- ۲- نوع سازه،
- ۳- نوع پوشش،
- ۴- تأسیسات به کار رفته در آن‌ها،
- ۵- مدیریت بهینه و نوین (مشارکتی و گروهی) آن‌ها و

۶- شیوه‌های بهره‌برداری محصول‌های آن‌ها، از نشا تا عرضه به بازار هدف اهمیت اساسی دارند. در نتیجه برای ساخت یک گلخانه به گام‌های زیر باید توجه داشت:

گام نخست؛ انتخاب مکان (جانمایی درست) برای ساخت یک گلخانه مناسب است که بر افزایش کمی و کیفی محصول‌ها همراه با کاهش هزینه‌ها، بر اساس معیارهای عمومی قانونی، تأثیری بسزا خواهد داشت، بنا بر این؛ منظور از انتخاب مکان مناسب محورهای زیر است:

۱- دسترسی آسان به راه‌های ارتباطی حمل و نقل،

۲- دسترسی آسان به انرژی‌های ارزان و کم‌آلاینده در محیط زیست.

گام دوم؛ منبع تأمین آب، پیش از ساخت گلخانه از نظر کمیّت و کیفیت باید آزمایش شود.

گام سوم؛ سایه‌اندازی هرچه کم‌تر برای اسکلت گلخانه‌هاست. اندازه سایه ایجاد شده به زاویه تابش نور خورشید، فصل سال و نوع سازه گلخانه‌یی بستگی دارد. سایه بر کیفیت رشد گیاه در زمستان، زمانی که شدت

نور کم تر است، بسیار زیاد تأثیر می گذارد. همچنین اگر زمین شیبدار باشد، ساخت گلخانه از نقطه وسط شیب (ارتفاع متوسط) باید آغاز شود.

نمونه مطالعه های مکان یابی در کشورهای گوناگون

در سال های اخیر مکان یابی برای انجام فعالیت های کشاورزی و باغبانی، توسعه زیاد داشته است. به چند نمونه زیر توجه کنید:

◀ در ایران؛ مطالعه های بسیار در باره مکان یابی منطقه های آماده برای کشت زیتون، بررسی زمین های شیبدار و کاربری این گونه زمین ها برای کشت و کار، بررسی وضعیت منابع های آبی، بررسی وضعیت جنگل های کشور، توسعه و عمران روستایی، یکپارچه سازی زمین ها و ... انجام شده است. نتیجه این مطالعه ها در کم کردن هزینه های زیاد مطالعات نقطه به نقطه، آزمون و خطا در مکان یابی و جانمایی، سرعت عمل در اجرای طرح ها و هدف گذاری های اصولی بلندمدت و پایدار داشته اند.

◀ در اسپانیا؛ مطالعه یی به عنوان «سیستم GIS

و ابزار تصمیم‌گیری برای برنامه‌ریزی کشاورزی در منطقه‌های خشک اسپانیا» انجام شده است. اساس این مطالعه بر پایه جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات اقلیمی و جغرافیایی منطقه آمریکا در جنوب اسپانیا و ارائه نقشه‌های کاربری زمین‌ها بر اساس استعداد منطقه مورد مطالعه بود. در این مطالعه حدود ۲۰۰۰۰ هکتار از زمین‌های آماده برای کشت‌های گلخانه‌یی، تیپ‌شناسی گلخانه‌ها و چگونگی مدیریت آن‌ها با اطلاعات بازاررسانی، خدمات‌رسانی و مانند این‌ها بررسی و تحلیل شدند.

◀ در ترکیه؛ در سال ۲۰۰۵، مطالعه‌یی به‌عنوان «تعیین اقلیم مورد نیاز گلخانه‌ها در استان سامسون^۱» انجام شد. در این مطالعه عامل‌های مؤثر در اقلیم یابی گلخانه‌ها مانند: دما، رطوبت نسبی، تابش، بارش، یخ‌بندان، باد، شیب، توپوگرافی^۲، کاربری زمین‌ها و ...، بررسی و تناسب منطقه مورد مطالعه با دیدگاه‌های متفاوت تحلیل شده است. در ارزیابی‌های مرتبط، نقشه گرمای مورد نیاز

۱- منطقه‌یی واقع در سواحل دریای سیاه: Samsun-1

۲ - نقشه برداری از موقعیت‌های طبیعی، محلی یا ناحیه‌یی با شرح چگونگی آن است.

گلخانه در عرصه مورد مطالعه براساس ماه‌های سال نشان داده‌شد تا در برنامه‌ریزی‌های بزرگ منطقه‌یی، مورد بهره‌برداری قرارگیرد. از سوی دیگر همه شهرهای آن استان از نظر پتانسیل ساخت گلخانه، یک به یک بررسی شدند.

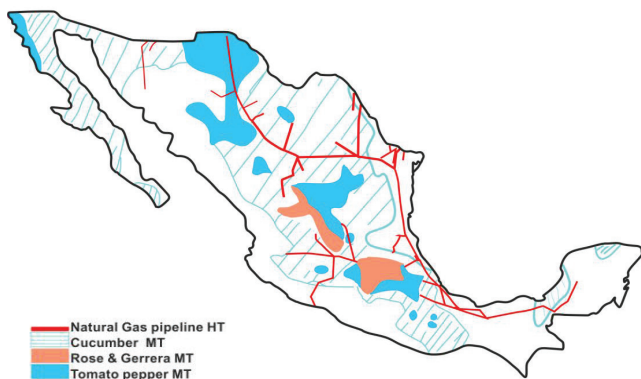
◀ در ترکیه؛ در سال ۲۰۰۷، برای بررسی تناسب اقلیمی ناحیه‌های شمال شرقی این کشور در حاشیه دریای سیاه^۱ و مقایسه آن با استان سامسون، مطالعه‌هایی انجام شد. نتیجه‌های این پژوهش نشان دادند؛ ناحیه‌های مورد مطالعه همانند: استان سامسون، بیش‌تر از استان‌های میانی ترکیه برای تولیدهای گلخانه‌یی مناسب‌اند.

◀ در ایتالیا؛ در طول سال ۲۰۰۸، مطالعه‌یی به عنوان «ارزیابی فن‌آوری GIS در یافتن منطقه‌های آماده برای ساخت گلخانه» انجام شد. هدف از انجام این مطالعه، دستیابی هرچه بیش‌تر به امکان کاهش مصرف انرژی بر پایه استفاده از استعدادهای اقلیمی کشور ایتالیا بیان شده‌است. بر اساس این، عامل‌هایی چون؛ توپوگرافی و کاربری زمین‌ها و

1- Eastern blacksea region

عامل‌های اقلیمی مانند: باد، دما، رطوبت نسبی، بارش، تابش خورشید و ... بررسی و داده‌های به دست آمده در سیستم GIS تجزیه و تحلیل شدند و همچنین نقشه منطقه‌های آماده کشور برای مطالعه‌های دقیق تر در مرحله دوم، ارائه شد. بر پایه نتیجه‌های این ارزیابی، در آن کشور، حدود ۷۱٪، برابر ۷۱۶۰۰۰ هکتار استعداد خنثی برای ساخت گلخانه پهنه مطالعه‌ی داشتند و همچنین ۱۳٪ برابر ۴۱۰۰۰ هکتار استعداد متوسط و ۴٪ برابر ۴۱۰۰۰ هکتار استعدادی بالا برای ساخت شهرک‌های گلخانه‌ی داشتند.

◀ در مکزیک؛ چندی از پژوهشگران دانشگاه واخنینگن هلند چند مطالعه راه، در سال ۲۰۰۹، به عنوان «شناسایی اقلیم مناسب برای تولید محصول‌های گلخانه‌ی در مکزیک» انجام دادند. این مطالعه‌ها برای محصول‌های خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل و نیز گل‌های شاخه بریده رز و ژربرا، انجام دادند (شکل ۳).



شکل ۳: نقشه مکان‌های مناسب ساخت گلخانه در کشور مکزیک به همراه الگوی کشت پیشنهادی

عامل‌های مؤثر در مکان‌یابی گلخانه‌ها

در سال‌های اخیر، توسعه گلخانه‌های امروزی با فن‌آوری بالا در چند کشور پیشرفته آغاز شده است. میزان و سطح سلامت محصول در این گلخانه‌ها، نسبت به گلخانه‌های کشورهای، بسیار متفاوت است. در گلخانه‌های پیشرفته با به‌کارگیری سطح‌های بالای مکانیزاسیون و اتوماسیون، خطای ناشی از نیروی انسانی به دست کم رسیده است، به‌گونه‌ای که بیشتر کارها به وسیله ربات‌ها و

ماشین‌های خودکار انجام می‌گیرند اما این موضوع در گلخانه‌های با سطح فن‌آوری پایین‌تر، بسیار متفاوت و در درجه‌های پایین قرار دارد. این مهم ضرورت طراحی، ساخت و بهره‌برداری از گلخانه‌ها را با استفاده از دانش فنی روز و متناسب با شرایط اقلیمی، اجتماعی، اقتصادی و دسترسی به منابع‌ها و نهاده‌های تولید، دو برابر کرده است.

از سوی دیگر، در سال‌های اخیر موضوع ساخت شهرک‌ها و مجتمع‌های گلخانه‌یی در کشور به یکی از مسئله‌های مهم تبدیل شده است که با توجه به سرمایه‌گذاری بزرگ مورد نیاز در این گونه پروژه‌ها، هرگونه سعی و خطا از بین رفتن سرمایه‌های ملی و زمان را به دنبال خواهد داشت. بنا بر این؛ ضرورت دارد نسبت به بررسی جنبه‌های گوناگون این پروژه‌ها اقدام کرد تا از بروز خطاهای بیش‌تر بتوان جلوگیری کرد. به همین منظور در این نوشتار، مسئله‌های اصلی پیش‌رو در ساخت شهرک‌های گلخانه‌یی در مرحله اولیه مکان‌یابی به صورت مفصل بررسی، تحلیل و معرفی می‌شوند. با توجه به افزایش روزافزون هزینه حامل‌های

انرژی و واقعی شدن قیمت سوخت های فسیلی، تأمین انرژی مورد نیاز گلخانه ها یکی از پرهزینه ترین نهادهای تولید در گلخانه است. از دیدگاه اقتصادی، تأمین شرایط محیطی گلخانه ها بسیار گران قیمت می تواند باشد، بویژه اگر امکانات مورد نیاز در محل موجود و اقلیم منطقه نیز متناسب با فعالیت مورد نظر نباشند. در نتیجه؛ برای کاهش هزینه های مربوط به تأمین و مصرف انرژی و نیز بهینه یابی شرایط و موقعیت اقتصادی - اجتماعی جای ساخت گلخانه ها، روشی درست برای مکان یابی آن ها باید در پیش گرفته شود. درباره مکانیابی گلخانه ها، مطالعات فراوان انجام شده که مهم ترین آن ها عبارت اند از:

۱- تعیین تناسب اقلیمی منطقه از طریق گردآوری، مطالعه و تحلیل آمار هواشناسی طولانی مدت (میانگین دمای حداقل ماهانه، میانگین دمای حداکثر ماهانه، میانگین دمای ماهانه، روزهای یخبندان، سرعت حداکثر و جهت وزش باد غالب، میانگین تشعشع خورشیدی ماهانه، ساعت های آفتابی، روزهای ابری، میانگین رطوبت نسبی ماهانه) و نیز بررسی مختصات جغرافیایی منطقه (عرض

- جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا)،
- ۲- مطالعه کیفیت و کمیّت آب منطقه،
- ۳- مطالعه وضعیّت زیرساخت‌های ضروری و نهاده‌های مهم تولید،
- ۴- مطالعه فاصله از بازارهای عمده مصرف یا امکان صادرات به خارج از کشور،
- ۵- مطالعه کیفیت خاک منطقه در کشت‌های خاکی،
- ۶- مطالعه وضعیّت توپوگرافی منطقه و سایه‌اندازها و بادشکن‌های طبیعی موجود در منطقه،
- ۷- مطالعه وضعیّت زهکشی (خارج کردن آب و نمک‌های حل‌شدنی از سطح و زیر سطح مزرعه برای تسهیل رشد گیاه) طبیعی منطقه،
- ۸- مطالعه وضعیّت سیل‌آب در منطقه،
- ۹- مطالعه روش جمع‌آوری و دفع آب ناشی از بارندگی‌ها،
- ۱۰- مطالعه وضعیّت زیست‌محیطی منطقه در صورت اجرای پروژه‌های گلخانه‌یی.

تعیین تناسب اقلیمی منطقه‌ها برای تأسیس و بهره‌برداری از گلخانه‌ها

شرایط آب‌وهوایی بر کنترل شرایط محیطی گلخانه و تولید محصول‌های گلخانه‌ی بسیار زیاد تأثیر می‌گذارد. محل‌هایی که همیشه آب‌وهوای نامساعد دارند، برای ساخت گلخانه نامناسب‌اند. به طور اصولی اقلیم محل ساخت گلخانه از نظر تولید محصول، تأمین امکانات کنترل شرایط محیطی، هزینه انرژی مورد نیاز و همچنین نوع ساختار گلخانه متناسب با آن مهم و تعیین کننده است.

یکی از روش‌های معتبر تعیین تناسب اقلیمی هر منطقه برای ساخت گلخانه‌ها^۱ و تولید محصول‌های گلخانه‌ی؛ استفاده از نمودار اقلیم‌سنجی فائو^۲ است که نخستین بار دکتر زابلتیتس^۳ آن را ارائه کرده است. از آنجایی که بیش‌تر سبزی‌های گلخانه‌ی به خانواده گیاهان گرم‌سیری و نیمه‌گرم‌سیری مربوط‌اند، به طور معمول به شرایط محیطی که در ادامه شرح داده می‌شوند نیاز دارند:

1- Climate suitability for greenhouse production

2- Food and agriculture organization of the united nations, FAO

3- Christian von Zabeltitz

۱- دامنه دمایی ۱۷ تا ۲۷ درجه سلسیوس را می پسندند که این دما در ساختمان گلخانه، به دلیل اثر گلخانه‌یی حدود ۱۲ تا ۲۲ درجه سلسیوس خواهد بود.

۲- اگر میانگین دمای روزانه منطقه از ۱۲ درجه سلسیوس پایین تر باشد، گلخانه به گرما نیاز دارد.

۳- اگر میانگین دمای روزانه در منطقه‌های دور از ساحل بیش از ۲۲ و در منطقه‌های ساحلی بیش تر از ۲۷ درجه سلسیوس - بویژه در ساعت‌های شبانه- باشد، گلخانه را باید خنک کرد.

۴- به طور معمول در محدوده دمای ۱۲ تا ۲۲ درجه سلسیوس، که میانگین روزانه است، تهویه طبیعی گلخانه کافی است و به بهره‌مندی از سیستم گرمایشی نیاز نیست.

۵- حداکثر دمای مطلق محیط رشد گیاه از ۳۵ تا ۴۰ درجه سلسیوس بیش تر نباید باشد.

۶- حداقل مقدار تابش خورشیدی ورودی به منطقه در حین دوره رشد محصول بیش تر $2300 \text{ wh m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ باید باشد.

۷- بیش تر محصول‌های گلخانه‌یی به دست کم

۶ ساعت روشنایی در روز نیازمند اند و برای انجام عمل فتوسنتز و رشد و محصول دهی، در طول سه ماه نوامبر، دسامبر و ژانویه در نیم کره شمالی حدود ۵۵۰ - ۵۰۰ ساعت آفتابی در منطقه باید باشد.

به همین دلیل در نمودار تعیین تناسب اقلیمی با استفاده از روش فائو، با توجه به محدوده هایی که بیان شد، روش کار به شرح زیر است:

۱- گردآوری اطلاعات میانگین بلندمدت حداقل ۲۰ ساله دمای روزانه منطقه و به دنبال آن ها تعیین میانگین بلندمدت دمای ماهانه آن جا،

۲- گردآوری اطلاعات میانگین بلندمدت حداقل ۱۰ ساله تابش خورشیدی روزانه منطقه و بر اساس آن ها تعیین میانگین بلندمدت تابش خورشیدی ماهانه آن جا،

۳- واحد محور افقی، دما بر حسب درجه سلسیوس و واحد محور عمودی، انرژی دریافتی منطقه بر حسب کالری بر سانتی مترمربع در روز ($\text{cal m}^{-2} \text{d}^{-1}$)، وات ساعت بر مترمربع در روز ($\text{wh m}^{-2} \text{d}^{-1}$) و یا مگا ژول بر مترمربع در روز ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) خواهد بود.

۴- روی محور افقی، دماهای ۱۲، ۲۲ و ۲۷ درجه سلسیوس را به عنوان شاخص، مشخص کرده و خط‌هایی در راستای محور عمودی، از این عددها به سمت بالا ادامه می‌دهیم.

۵- روی محور عمودی، تابش خورشیدی ۲۰۰ کالری بر سانتی‌مترمربع در روز ($\text{cal m}^{-2} \text{d}^{-1}$) یا $\frac{۲}{۳}$ کیلو وات ساعت بر مترمربع در روز ($\text{kwh m}^{-2} \text{d}^{-1}$) و یا $\frac{۸}{۳۷}$ مگاژول بر مترمربع در روز ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) را به عنوان شاخص آستانه تابش مشخص کرده و خطی در راستای محور افقی، از این عددها به سمت راست ادامه می‌دهیم.

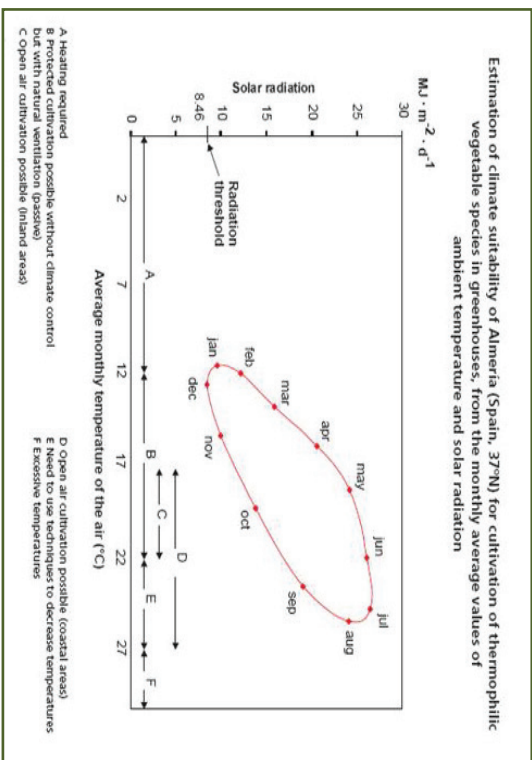
۶- میانگین دمای ماه ژانویه را در راستای محور عمودی، ادامه داده تا به میانگین تابش همان ماه برسیم. محل برخورد آن‌ها را به عنوان ماه ژانویه علامت‌گذاری می‌کنیم. بقیه ماه‌های سال که ماه‌های فوریه تا دسامبر است نیز به همین ترتیب رسم می‌شوند. سپس نقطه‌های به دست آمده را به یکدیگر متصل می‌کنیم؛ یک منحنی بسته رسم خواهد شد که به بیضی بیش‌تر شبهات دارد.

۷- ماه هایی که در قسمت اول در سمت چپ واقع شده اند، به سیستم گرمایشی نیاز دارند (گلخانه نیاز به گرمایش دارد)، ماه هایی که در قسمت میانه ۱۲ تا ۲۲ درجه سلسیوس قرار می گیرند بجز منطقه های دور از ساحل که ممکن است نیازمند گرمایش شبانه باشیم، به طور معمول فقط به تهویه طبیعی و ماه هایی که در قسمت سوم ۲۲ تا ۲۷ درجه سلسیوس قرار می گیرند به سیستم سرمایشی از جمله؛ فن- پد و یا مه پاش نیاز دارند. همچنین ماه هایی که در سمت راست تقسیم بندی قرار می گیرند؛ در قسمت خط مربوط به دمای ۲۷ درجه سلسیوس، گرمای زیادی دارند و سرمایش گلخانه در این ماه ها مقرون به صرفه نخواهد بود. براساس ماه هایی که در هر یک از این چهار قسمت قرار می گیرند، می توان بررسی کرد که از لحاظ اقلیمی و هزینه های کنترل شرایط اقلیم (گرمایش، سرمایش و ...)، منطقه مناسب برای تولیدهای گلخانه یی است یا خیر.

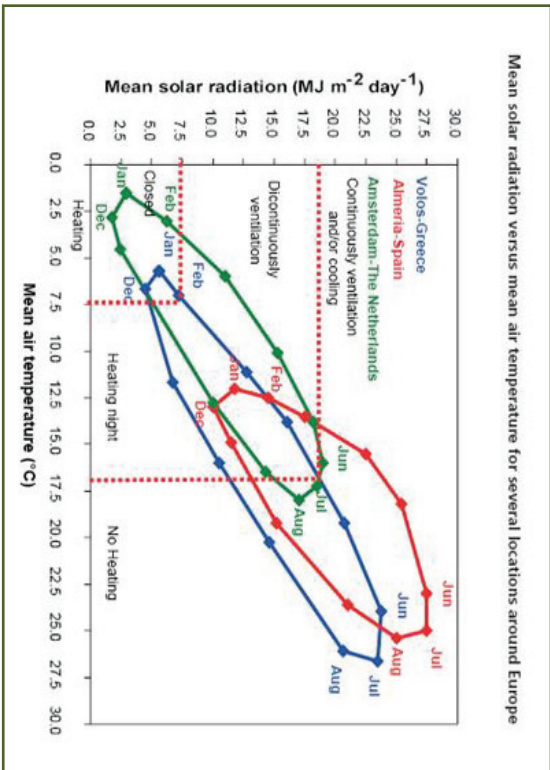
۸- ماه هایی که در قسمت بالای خط افقی مربوط به آستانه تابش خورشیدی قرار می گیرند، به روشنایی

تکمیلی در فصل‌های سرد سال نیاز ندارند اما ماه‌هایی از سال که در پایین این خط قراردارند، در فصل‌های سرد سال به روشنایی تکمیلی نیاز دارند.

نمونه‌هایی از اینگونه تعیین تناسب اقلیمی انجام شده در سطح دنیا در شکل ۴ برای منطقه آمریکا در کشور اسپانیا و شکل ۵ برای منطقه‌های آمستردام (در هلند)، ولوس (در یونان) و آمریکا (در اسپانیا)، رسم و با هم مقایسه شده‌اند.



شکل ۴: تعیین تناسب اقلیمی انجام یافته برای منطقه آمریکا در کشور اسپانیا



شکل ۵: تعیین تناسب اقلیمی انجام یافته برای منطقه‌های آمستردام در هلند، ولوس در یونان و آلمریا در اسپانیا

همچنین در نمودار اقلیم سنجی دیگری، به روش زیر عمل می‌کنیم:

۱- اطلاعات بلندمدت حداقل ۲۰ ساله دمای روزانه منطقه گردآوری و براساس آن‌ها میانگین حداکثر دمای ماهانه آن جا تعیین می‌شود.

۲- دست کم اطلاعات ۲۰ ساله رطوبت نسبی روزانه منطقه گردآوری و براساس آن‌ها، میانگین رطوبت نسبی ماهانه آن جا تعیین می‌شود.

۳- واحد محور افقی شاخص رطوبت نسبی برحسب درصد و واحد محور عمودی دما برحسب درجه سلسیوس انتخاب می‌شود.

۴- روی محور افقی رطوبت‌های نسبی ۵۵ و ۹۰ درصد را به عنوان شاخص، مشخص کرده و خط‌هایی در راستای محور عمودی از این عددها به سمت بالا رسم می‌کنیم.

۵- روی محور عمودی دماهای ۲۷ و ۳۶ را به عنوان شاخص دمایی مشخص کرده و خط‌هایی در راستای محور افقی از این عددها به سمت راست رسم می‌کنیم.

۶- میانگین رطوبت نسبی ماه ژانویه را در راستای

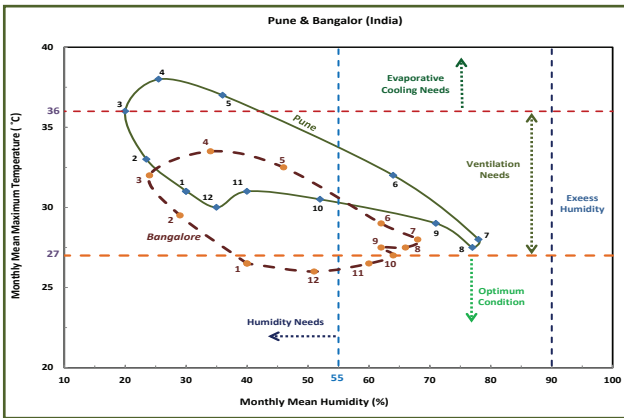
محور عمودی ادامه داده تا به میانگین حداکثر دمای همان ماه برسیم. محل تلاقی آن‌ها را به عنوان ماه ژانویه علامت گذاری می‌کنیم. بقیه ماه‌های سال که شامل ماه‌های فوریه تا دسامبر است نیز به همین ترتیب رسم می‌شوند. سپس نقطه‌های به دست آمده را به یکدیگر وصل می‌کنیم، یک منحنی بسته به وجودمی‌آید که به بیضی بیش‌تر شباهت دارد.

۷- ماه‌هایی که در قسمت بالای خط دمایی ۳۶ درجه سلسیوس در سمت بالا واقع شده‌اند، در صورت تولید در گلخانه به سیستم سرمایشی نیاز دارند، در ماه‌هایی که بین خط‌های دمایی ۳۶ و ۲۷ درجه سلسیوس قرار دارند، برای تولید در گلخانه فقط به تهویه طبیعی نیاز است و ماه‌هایی که در قسمت پایین خط دمایی ۲۷ درجه سلسیوس قرار می‌گیرند، دارای شرایط مناسب طبیعی برای تولیدهای گلخانه‌یی‌اند.

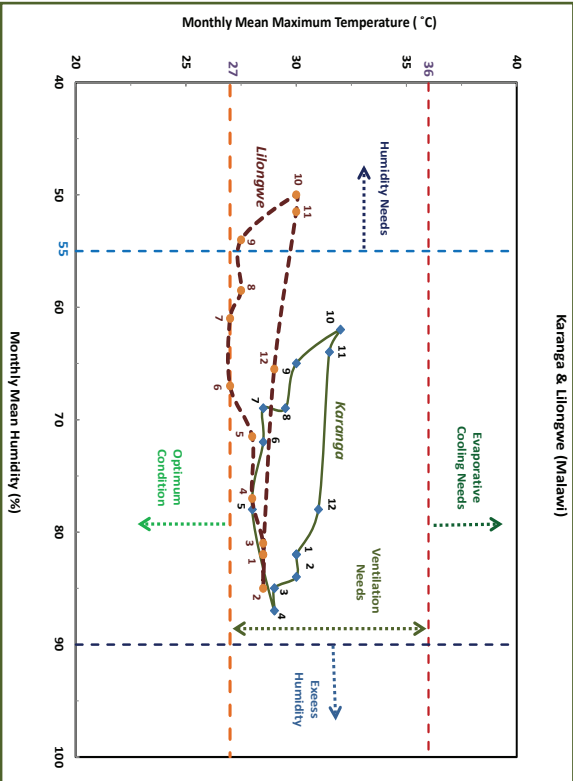
۸- ماه‌هایی که در سمت چپ خط رطوبتی ۵۵٪ اند، نشان‌دهنده‌ی کمبود رطوبت نسبی، در جریان تولید اند، ماه‌های واقع در بین خط‌های رطوبتی ۵۵ و ۹۰٪ وجود رطوبت طبیعی و مناسب برای تولیدهای گلخانه‌یی را تبیین می‌کنند و

ماه‌هایی که در سمت راست خط رطوبتی ۹۰٪ اند، نشان‌دهنده رطوبت نسبی بیش از حد در جریان تولیدهای گلخانه‌یی اند.

نمونه‌هایی از این گونه، تعیین تناسب اقلیمی انجام شده، در سطح دنیا در شکل‌های ۶ و ۷ به ترتیب برای منطقه‌هایی در کشورهای هند و مالایی ترسیم و ارائه شده‌اند.



شکل ۶: تعیین تناسب اقلیمی انجام‌یافته برای دو شهر پونه و بنگلور در هند



شکل ۷: تعیین تناسب اقلیمی انجام یافته برای دو شهر لیلونگو و کارانگا در مالاوی

تبدیل ساعت‌های آفتابی به میزان تابش خورشیدی در منطقه‌های بدون آمار تابش

با توجه به این که در داده‌های به دست آمده از ایستگاه‌های هواشناسی، به طور معمول ساعت‌های آفتابی اندازه‌گیری و گزارش می‌شوند اما در مطالعه تناسب اقلیمی هر منطقه، شدت تابش خورشیدی به کار می‌رود، بنابراین؛ بهتر است تا اندازه تابش خورشیدی در سطح افق برای منطقه‌های مورد مطالعه، محاسبه شود. برای ارزیابی این پارامتر، مدل‌های گوناگون تعیین و توصیه شده‌اند. یکی از مهم‌ترین و مناسب‌ترین آن‌ها رابطه تجربی آنگستروم - پرسکات است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\frac{R_S}{R_0} = a + b \frac{n}{N}$$

که در آن؛

R_S : تابش خورشیدی رسیده به سطح افقی زمین
($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)

R_0 : تابش خورشیدی فرازمینی ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)

n : مدت واقعی ساعت‌های آفتابی در منطقه
(ساعت)

N : مدت نظری ساعت‌های آفتابی در منطقه
(ساعت)

a و b : ضریب‌های تجربی وابسته به موفقیت
جغرافیایی منطقه (-)، اند.

میانگین جهانی مقدارهای عددی ضریب‌های a و b در
این معادله، به وسیله روش استاندارد فائو به ترتیب $۰/۲۵$
و $۰/۵۰$ تعیین و توصیه شده‌اند. همچنین این مقادیر
برای ایستگاه‌های هجده‌گانه ایران برابر جدول ۴، به
ترتیب $۰/۳۹-۰/۲۰$ و $۰/۶۴-۰/۳۰$ تعیین و توصیه شده‌اند.

جدول ۴: ضریب‌های معادله آنکستروم - پرسکات در شبکه ایستگاه‌های تابشسنجی ایران

ردیف	کد	ایستگاه	A	b	ضریب همبستگی	درصد خطا	
						حداکثر	متوسط
۱	۱	ارومیه	۰/۳۲	۰/۵	۰/۹۰	۱۱/۲	۵/۱
۲	۱۲	اصفهان	۰/۳۰	۰/۴۲	۰/۹۲	۳/۹	۱/۸
۳	۵	بجنورد	۰/۲۸	۰/۴۴	۰/۹۷	۳/۳	۲/۰
۴	۱۶	بوشهر	۲۰	۰/۵۳	۰/۹۰	۷/۸	۲/۹
۵	۱۱	بیرجند	۰/۳۳	۰/۴۲	۰/۹۲	۵/۰	۲/۲
۶	۲	تبریز	۰/۲۷	۰/۶۲	۰/۹۴	۹/۶	۴/۵

ادامه جدول ۴: ضریب‌های معادله آنکستروم - پرسکات در شبکه ایستگاه‌های تابش سنسجی ایران

متوسط	درصد خطا		ضریب همبستگی	b	A	ایستگاه	کد	ردیف
	حد اکثر	حد اقل						
-	-	-	۰/۶۷	۰/۳۹	۰/۲۶	جاسک ⁺	۱۹	۸
۳/۹	۷/۷	-	۰/۷۸	۰/۴۰	۰/۲۳	رامسر	۴	۹
-	-	-	۰/۵۳	۰/۱۰	۰/۴۴	زاهدان ⁺	۱۸	۱۰
۲/۲	۵/۵	-	۰/۹۴	۰/۳۴	۰/۳۶	زنجان	۳	۱۱
۱/۱	۴/۰	-	۰/۹۵	۰/۴۲	۰/۲۹	شیراز	۳	۱۲
۲/۴	۷/۱	-	۰/۹۱	۰/۵۱	۰/۲۳	طبرس	۱۰	۱۳

ادامه جدول ۴: ضریب‌های معادله آنکستروم - پرسکات در شبکه ایستگاه‌های تابش سنجی ایران

درصد خطا	درصد خطا		ضریب همبستگی	b	A	ایستگاه	کد	ردیف
	متوسط	حداکثر						
۲/۴	۷/۳	۳/۴	۰/۹۴	۰/۳۰	۰/۳۹	کرمانشاه	۷	۱۵
۲/۳	۳/۴	۳/۴	۰/۹۶	۰/۳۷	۳/۰	مشهد	۶	۱۶
۴/۰	۸/۶	۳/۴	۰/۹۲	۰/۴۰	۰/۲۸	همدان (فروگاه)	۸	۱۷
۳/۶	۸/۸	۳/۴	۰/۹۲	۰/۶۴	۰/۲۱	یزد	۱۳	۱۸

+ معنی‌دار نیست

تعیین تناسب اقلیمی برای چند استان

تعیین تناسب اقلیمی استان خوزستان برای تولیدهای

گلخانه‌یی

وضعیت اقلیمی در جاهای گوناگون استان خوزستان به دلیل تغییرهای زیاد در شاخص‌های درجه حرارت، بیشینه و کمینه میزان بارندگی و رطوبت نسبی، متنوع و گوناگون است.

تحلیل تناسب اقلیمی شهرستان اهواز برای تولیدهای گلخانه‌یی (شکل ۸) نشان می‌دهد که به طور کلی در زمستان به سیستم‌های گرمایشی چندان نیاز نیست، تولید در ۳ ماه از سال با تهویه طبیعی در این گلخانه‌ها به راحتی امکان پذیر است. در ۲ ماه از سال با استفاده از سیستم‌های سرمایشی رایج به تولید در گلخانه می‌توان ادامه داد و در ۶ ماه از سال، گرما به اندازه‌یی زیاد است که به کارگیری سیستم‌های سرمایشی برای خنک‌کردن و تولید محصول در گلخانه‌ها، مقرون به صرفه نیستند. همچنین مناطق بیان شده در کل ماه‌های سال، کمبودی از نظر دریافت تشعشع خورشیدی ندارند.

این روش؛ با حرکت به سمت شرق این استان در ناحیه‌های مرکزی و شمالی آن که به ارتفاعات استان چهارمحال و بختیاری در شهرهای ایذه و باغملک نزدیک‌اند، تغییر می‌کند. برای نمونه؛ بررسی تناسب اقلیمی شهر باغملک برای تولید محصول‌های گلخانه‌یی نشان می‌دهد که؛

- سه ماه از سال به سیستم‌های گرمایشی نیاز است،

- سه ماه از سال تولید با تهویه طبیعی امکان پذیر خواهد بود،

- دو ماه از سال برای تولید در گلخانه‌ها نیاز به سیستم‌های سرمایشی رایج داریم،

- فقط چهار ماه از سال، درجه حرارت به اندازه‌ی بالاست که تولید در آن گلخانه‌ها اقتصادی نیستند.

- همچنین منطقه‌های یادشده در کل ماه‌های سال از نظر دریافت تشعشع خورشیدی کمبود ندارند (شکل ۹).

بررسی نمودارهای تناسب اقلیمی از نظر رطوبت در شهر اهواز (شکل ۱۰) نشان می‌دهند که؛

- در نُه ماه از سال برای تولید در گلخانه ها کمبود رطوبت وجود دارد،
- تنها سه ماه از سال وضعیت رطوبت در گلخانه ها مناسب خواهند بود.

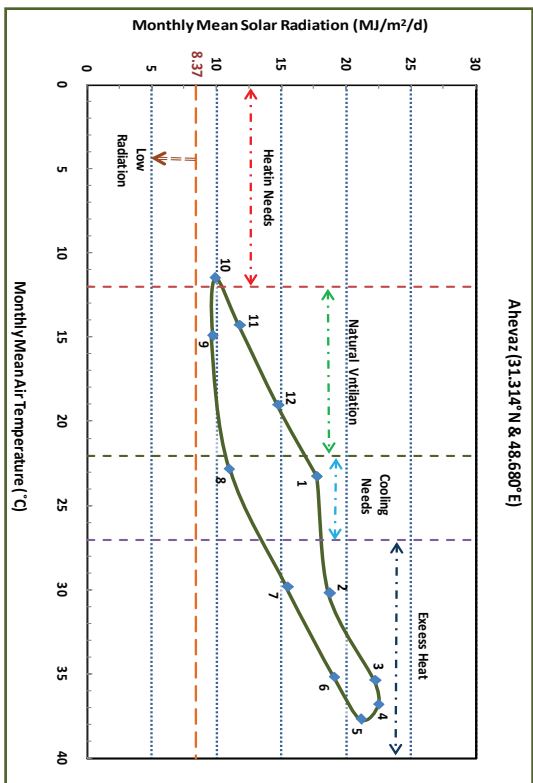
نکته!

- چنانچه بخواهیم در این نه ماه در گلخانه های این منطقه ها تولید داشته باشیم، از دستگاه های رطوبت ساز، مانند: مه پاش ها باید بهره گیریم.

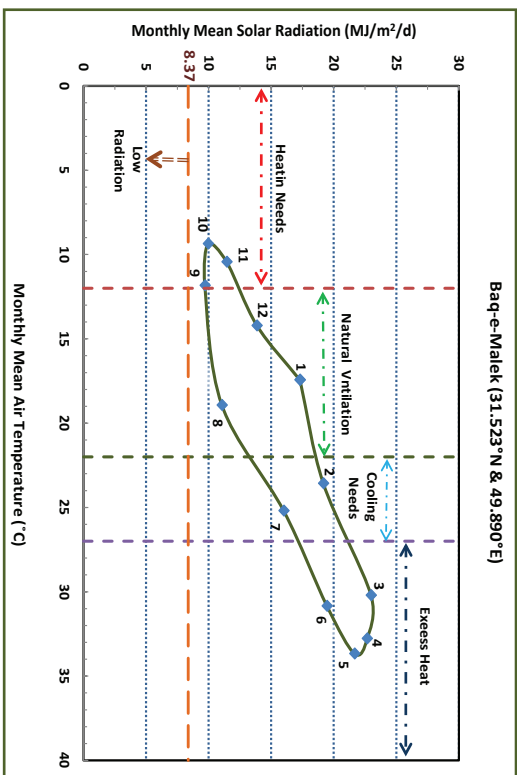
- همچنین براساس همین داده ها در این منطقه و در ماه های سال با رطوبت بیش از حد مجاز روبه رو نخواهیم شد. از طرف دیگر در شهر باغملک (شکل ۱۱) در هشت ماه از سال به دلیل کمبود رطوبت برای تولیدهای گلخانه یی از دستگاه های رطوبت ساز باید استفاده کنیم.

نکته!

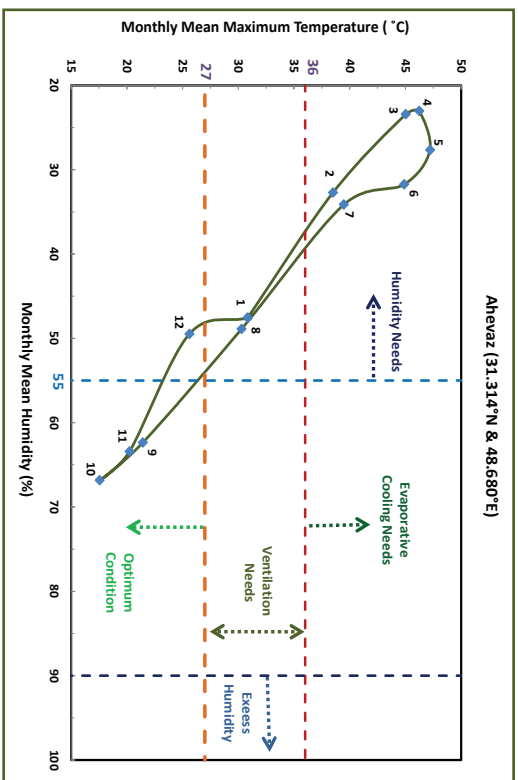
- این منطقه فقط در چهار ماه از سال دارای رطوبت مناسب برای تولید در گلخانه هاست.
- در این شهر نیز هیچ ماهی از سال، رطوبت اضافی برای تولید، مشکل ایجاد نمی کند.



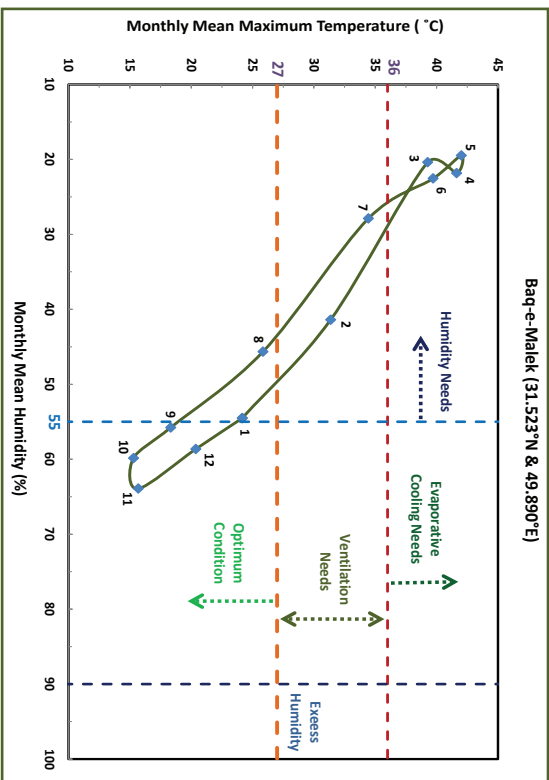
شکل ۸: نمودار تناسب اقلیمی اهواز برای ساخت و بهره برداری از گلخانه ها (تشمشع – دما)



شکل ۹: نمودار تناسب اقلیمی باغملک برای ساخت و بهره برداری از گلخانه‌ها (تشمشع - دما)



شکل ۱۰: نمودار تناسب اقلیمی اهواز برای ساخت و بهره برداری از گلخانه ها (دما - رطوبت نسبی)



شکل ۱۱: نمودار تناسب اقلیمی باغ برای ساخت و بهره‌برداری از گلخانه‌ها (دما - رطوبت نسبی)

تعیین تناسب اقلیمی استان بوشهر برای تولیدهای

گلخانه‌یی

به طور کلی اقلیم استان بوشهر، نیمه خشک گرم سیری است. در مجموع، این استان اقلیمی گرم دارد؛ بخش‌های ساحلی آن گرم و مرطوب و بخش‌های داخلی اش گرم و خشک است.

بررسی تناسب اقلیمی شهرستان برازجان برای تولیدهای گلخانه‌یی (شکل ۱۲) نشان می‌دهد که؛

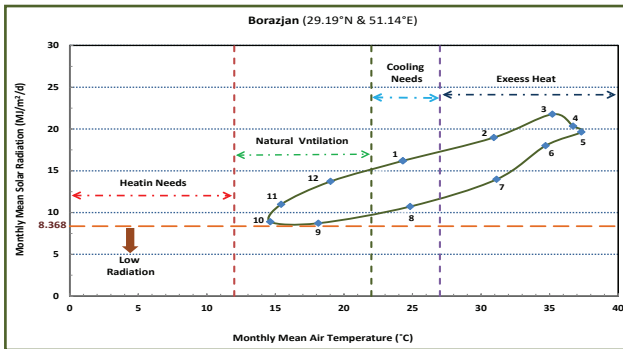
- ۱- در زمستان به سیستم‌های گرمایشی نیاز ندارد،
- ۲- حدود چهار ماه از سال با تهویه طبیعی تولید در گلخانه‌ها به راحتی امکان پذیر است،
- ۳- دو ماه از سال می‌توان با استفاده از سیستم‌های سرمایشی به تولید در گلخانه‌ها ادامه داد،
- ۴- در شش ماه از سال، گرما در این منطقه بسیار زیاد است و بهره‌برداری از سیستم‌های سرمایشی برای خنک‌کردن و تولید در گلخانه‌ها، مقرون به صرفه نیستند،
- ۵- این منطقه در کل ماه‌های سال در دریافت تشعشع خورشیدی کمبود ندارد.

- این در حالی است که در شهرستان جم واقع در جنوب شرق این استان که اقلیم آن اندکی معتدل تر است؛
- در ماه های سرد سال به سیستم های گرمایشی نیازی نیست (شکل ۱۳)،
 - در ۴-۶ ماه از سال با تهویه طبیعی امکان تولید وجود دارد،
 - ۱-۲ ماه از سال با سیستم های سرمایشی تولید گلخانه یی می توان داشت،
 - ۵-۶ ماه از سال دمای هوا بسیار بالاست و استفاده از سیستم های سرمایشی برای تولید، اقتصادی نیستند،
 - این منطقه در کل ماه های سال در دریافت تشعشع خورشیدی کمبود ندارد.
 - همچنین شهرستان های برازجان و جم؛
 - در ۹-۱۰ ماه از سال برای تولید در گلخانه ها با کمبود رطوبت روبه رویند،
 - در ۲-۳ ماه دیگر از سال برای تولید در گلخانه ها رطوبت مناسب دارند (شکل های ۱۴ و ۱۵)،

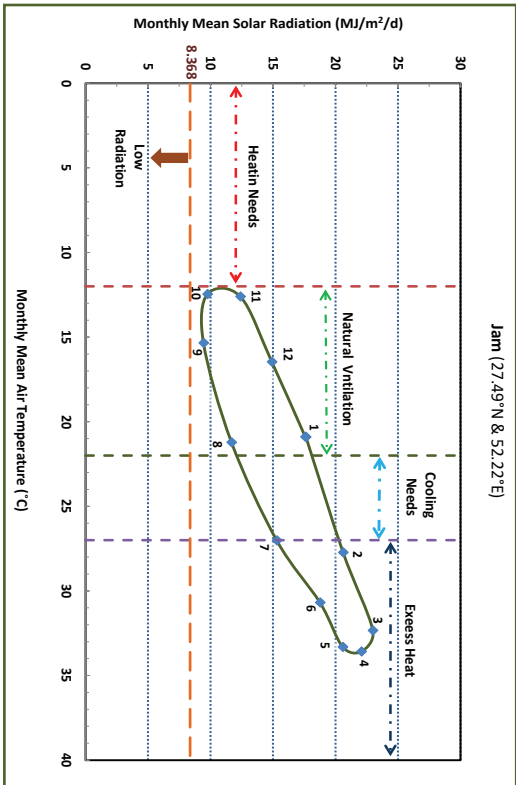
- در ۹-۱۰ ماه کمبود رطوبت وجود دارد و در صورت تولید در گلخانه ها دستگاه های رطوبت ساز باید وجود داشته باشند.

نکته!

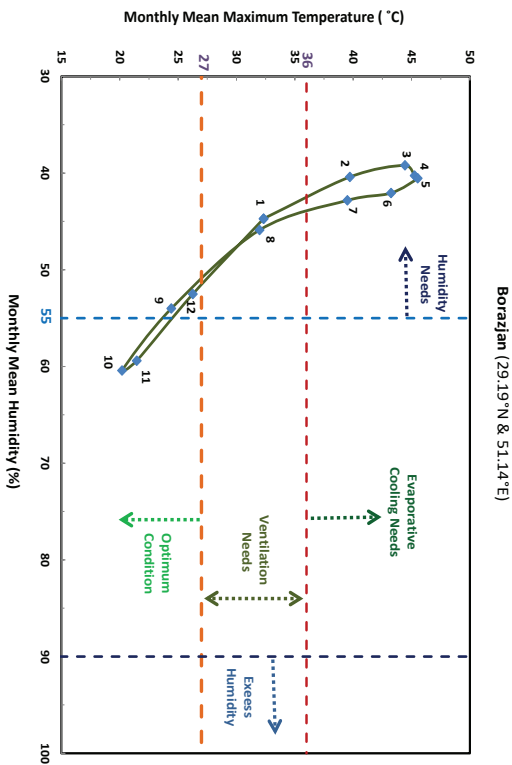
در هیچ ماهی از سال، در این دو شهر، رطوبت بیش از اندازه وجود ندارد.



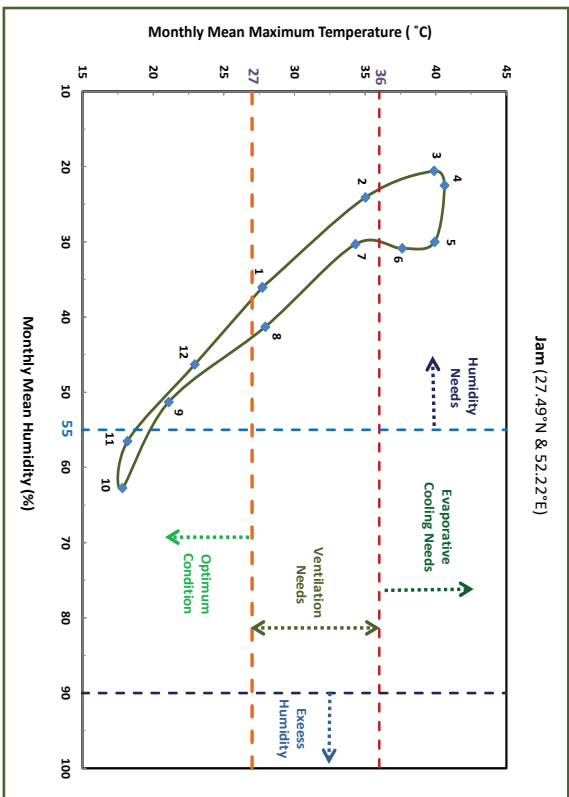
شکل ۱۲: نمودار تناسب اقلیمی برازجان برای ساخت و بهره برداری از گلخانه ها (تشعشع - دما)



شکل ۱۳: نمودار تناسب اقلیمی جهت برای ساخت و بهره برداری از گلخانه ها (تشمشع - دما)



شکل ۱۴: نمودار تناسب اقلیمی برای ساخت و بهره برداری از گلخانه‌ها (دما) - رطوبت نسبی)



شکل ۱۵: نمودار تناسب اقلیمی جم برای ساخت و بهره برداری از گلخانه‌ها (دمای - رطوبت نسبی)

تعیین تناسب اقلیمی استان فارس برای تولید گلخانه‌ی

به طور کلی استان فارس، اقلیم‌های مدیترانه‌ی داخلی، مدیترانه‌ی ساحلی و بیابانی دارد. در این استان سه ناحیه آب و هوایی وجود دارد:

الف- ناحیه کوهستانی شمال و شمال غرب استان با زمستان‌های سرد و پوشش گیاهی مناسب،

ب- ناحیه مرکزی با زمستان‌های تا اندازه‌ی معتدل همراه با بارش و تابستان‌هایی با هوای گرم و خشک،

ج- ناحیه جنوب و جنوب شرقی با زمستان‌های معتدل و تابستان‌های بسیار گرم .

تحلیل شرایط آب و هوایی شهرهای استان فارس نشان داد که در صورت ساخت گلخانه برای تولید محصول‌های کشاورزی در منطقه‌های سردسیر و شمالی این استان، مانند: شهر اقلید؛

- حدود شش ماه به سیستم‌های گرمایشی نیاز است (شکل ۱۶)،

- در چهار ماه از سال با تهویه طبیعی به تولید در آن‌ها می‌توان پرداخت،

- دو ماه از سال به سیستم های سرمایشی رایج نیاز است،
- در ماه های داغ سال نیز مشکلی برای سرمایش وجود ندارد،
- منطقه در کل ماه های سال در دریافت تشعشع خورشیدی کمبود ندارد.
- منطقه های مرکزی این استان مانند: شهرستان شیراز؛
- آب و هوای معتدل دارد، به طوری که در چهار ماه سرد سال، سیستم گرمایشی نیاز دارد (شکل ۱۷)،
- در چهار ماه از سال با تهویه طبیعی امکان تولید گلخانه یی وجود دارد،
- در ۲ ماه از سال با سیستم های سرمایشی رایج در آن می توان تولید داشت،
- در ۲ ماه باقی مانده از سال گرمای زیاد هوا در گلخانه ها وجود خواهد داشت که سرمایش آن توجیه اقتصادی نخواهد داشت،
- این منطقه در کل ماه های سال در دریافت تشعشع خورشیدی کمبود ندارد.

- در مناطق جنوبی این استان با اقلیم خیلی گرم مانند: لامرد؛

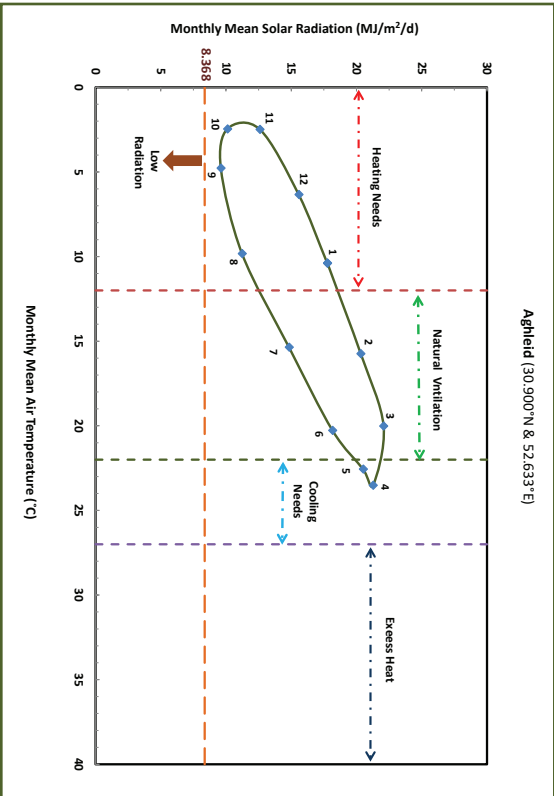
- در هیچکدام از ماه های سرد سال به سیستم های گرمایشی نیاز نیست (شکل ۱۸)،

- در ۴ ماه از سال با تهویه طبیعی امکان تولید وجود دارد،

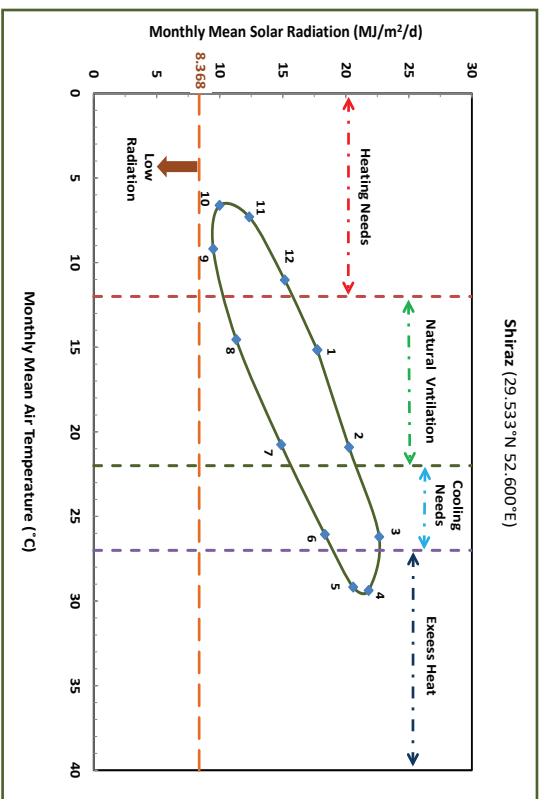
- در ۲ ماه از سال با به کارگیری سیستم های سرمایشی به تولید در گلخانه ها می توان پرداخت،

- ۶ ماه از سال به علت گرمای بیش از حد، استفاده از سیستم های سرمایشی برای ادامه تولید در گلخانه ها اقتصادی نخواهند بود،

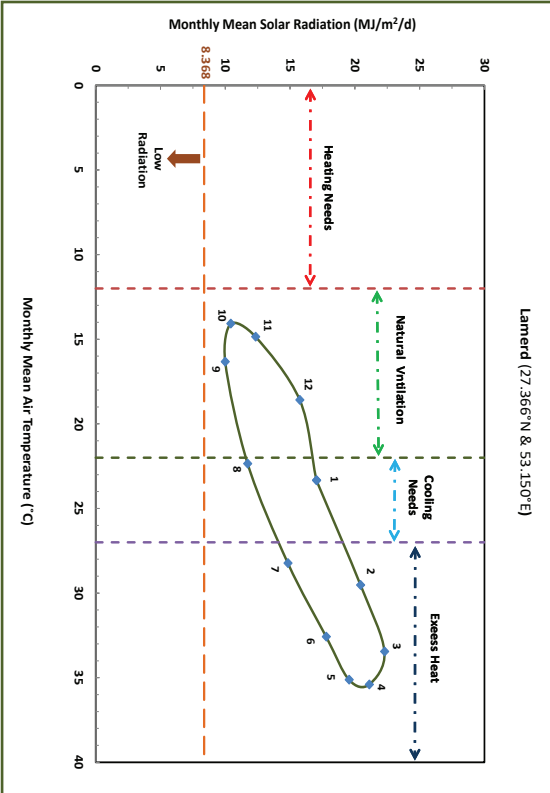
- این منطقه در کل ماه های سال در دریافت تشعشع خورشیدی کمبود ندارد.



شکل ۱۶: نمودار تناسب اقلیمی برای ساخت و بهره برداری از گلخانه‌ها (تشمشع - دما)

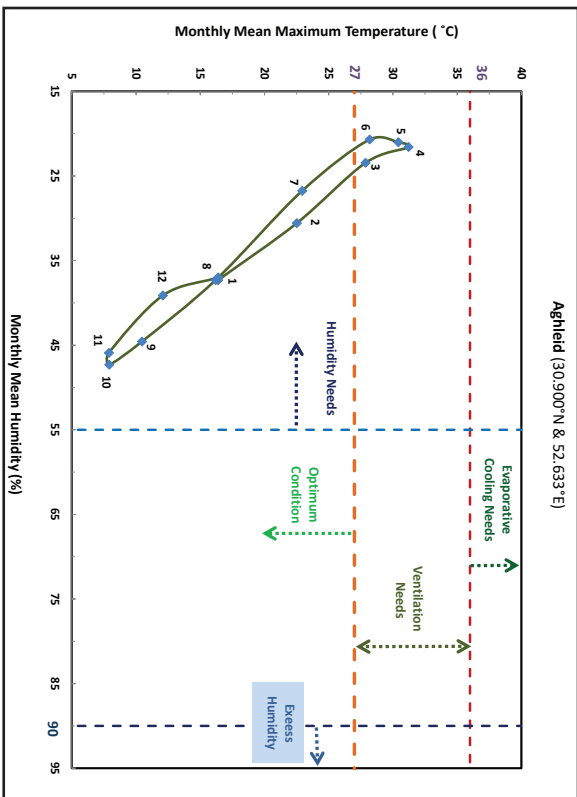


شکل ۱۷: نمودار تناسب اقلیمی شیراز برای ساخت و بهره برداری از گلخانه ها (تشمشیح - دما)

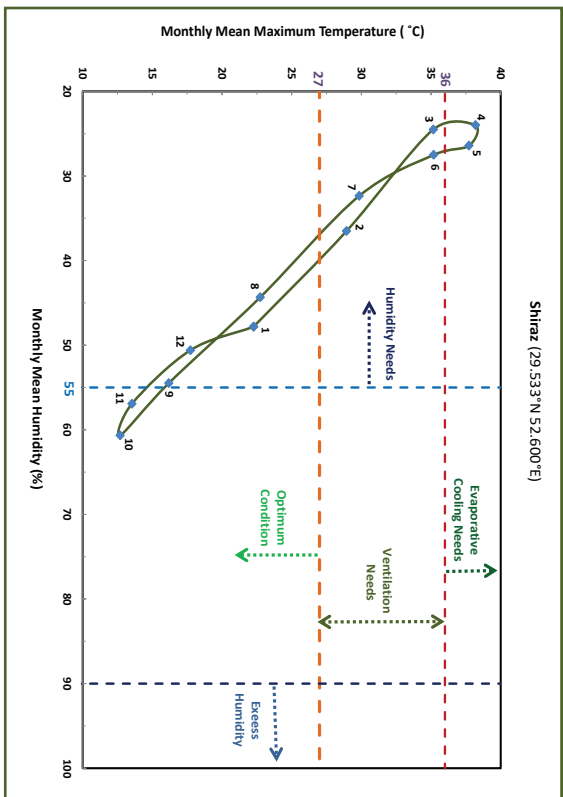


شکل ۱۸: نمودار تناسب اقلیمی لامرد/ مهر برای ساخت و بهره برداری از گلخانه ها (تشمشیح - دما)

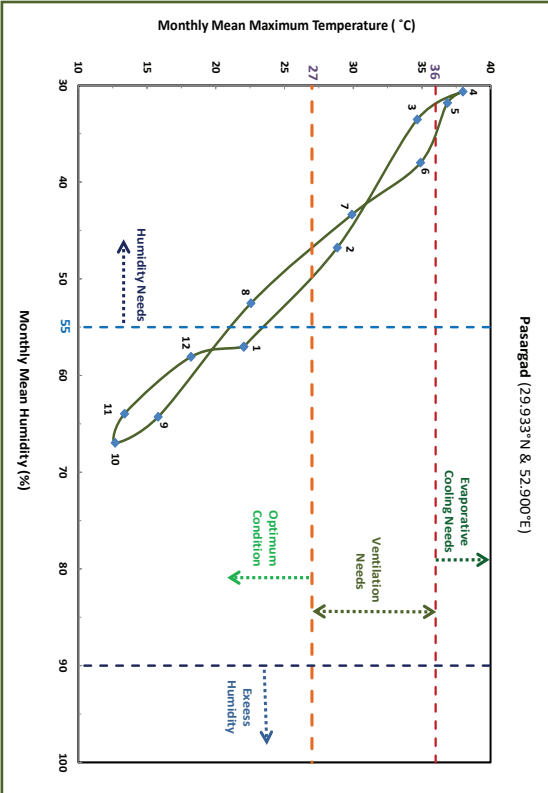
در شهرستان اقلید در طول ۱۲ ماه از سال، کمبود رطوبت برای تولید در گلخانه‌هاست که نیاز به دستگاه‌های رطوبت‌ساز خواهد بود. بنابراین در هیچ ماهی از سال، رطوبت اضافی که برای تولید در گلخانه‌ها مضر باشد، ندارد (شکل ۱۹). همچنین شهرستان شیراز در طول ده ماه از سال، کمبود رطوبت برای تولید در گلخانه‌ها دارد که نیاز به دستگاه‌های رطوبت‌ساز خواهد بود (شکل ۲۰). این منطقه در دو ماه از سال رطوبت مناسب برای تولید در گلخانه‌ها دارد و در هیچ ماهی از سال، رطوبت اضافی که برای تولید در گلخانه‌ها مضر باشد، ندارد. از طرف دیگر منطقه پاسارگاد (تخت جمشید)، در هفت ماه از سال کمبود رطوبت برای تولید در گلخانه‌ها دارد که به دستگاه‌های رطوبت‌ساز نیاز خواهد داشت (شکل ۲۱). در این منطقه، پنج ماه از سال میزان رطوبت مناسب بوده و در هیچ ماهی از سال، رطوبت اضافی که برای تولید در گلخانه‌ها زیان داشته باشد، ندارد.



شکل ۱۹: نمودار تناسب اقلیمی اقلید برای احداث و بهره برداری از گلخانه‌ها (دما - رطوبت نسبی)



شکل ۳۰: نمودار تناسب اقلیمی شیراز برای احداث و بهره برداری از گلخانه ها (دما - رطوبت نسبی)



شکل ۳۱: نمودار تناسب اقلیمی پاسارگاد برای احداث و بهره برداری از گلخانه ها (دما – رطوبت نسبی)

کمیت و کیفیت آب منطقه

کمیت آب

برای آبیاری گیاهان گلخانه‌یی با ارزش افزوده بالا، دسترسی به آب مورد نیاز با کیفیت مطلوب، ضرورت دارد. بسیاری از مکان‌های واقع در حوزه آبریز دریای مدیترانه^۱، به دلیل نبود دو شاخص کمیت و کیفیت آب مورد نیاز از طرح‌های گلخانه‌یی کنار گذاشته شده‌اند.

بنابراین؛ توجه به چند نکته در این بخش مهم می‌نماید:

۱- دست کم، حجم آب مورد نیاز برای ۱۰۰۰ مترمربع گلخانه در هر شبانه‌روز در فصل تابستان که مصرف حداکثری دارد، $10 - 8 \text{ m}^3$ است که با توجه به میزان آب موجود، با این شاخص سطح گلخانه در دست ساخت را می‌توان مشخص کرد.

۲- در کشت‌های خاکی، به یک نوبت آبیاری در روز، حدود $10 - 8 \text{ l m}^{-2}$ و در کشت‌های بدون خاک، به سه نوبت آبیاری در روز و در هر نوبت حدود $2/5 - 2$ لیتر در هر مترمربع آب نیاز داریم.

1- Mediterranean basin

۳- کل عمق آب مصرفی گزارش شده برای آبیاری بعضی از سبزی‌های گلخانه‌یی در کشت‌های بدون خاک منطقه آلمریا در کشور اسپانیا، در جدول ۵ ارائه شده است. همچنین در کشورهای عربی حوزه خلیج فارس، حداکثر آب مورد نیاز برای کشت انواع سبزی‌های گلخانه‌یی، مانند: خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل دلمه‌یی حدود $0.7 - 0.6 \text{ lit.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ تعیین و اعلام شده است. در ایران نیز حداکثر آب (هیدرومدول) مورد نیاز برای کشت بدون خاک سه محصول گلخانه‌یی مهم (خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل دلمه‌یی) در جاهای مختلف کشور به ترتیب: $0.16 - 0.174$ ، $0.29 - 0.95$ و $0.15 - 0.25$ تعیین و گزارش شده‌اند.

به طور اصولی، نیاز آبی گیاهان گلخانه‌یی با استفاده از رابطه‌های تجربی مانند: روش‌های تشت تبخیر فائو^۱، هارگریوز^۲، تشعشع فائو^۳ و تشعشع منطقه‌یی آلمریا^۴ یا روش‌های نظری مانند: معادله

-
- 1- FAO24 Pan evaporation method
 - 2- Hargreaves equation
 - 3- FAO radiation method
 - 4- Almeria radiation method

پنمن-مانتیت^۱ اصلاح شده برای گلخانه و معادله بیله ویژه کشت های بدون خاک^۲ یا استفاده از الگوهایی مثل: $PrHo^3$ ، محاسبه شدنی اند.

دو نکته!

۱- در کشت های بدون خاک هیدروپونیک با سیستم باز، اغلب ۰/۳۰ - ۰/۲۵ درصد آب اضافه بر نیاز، به گیاهان داده می شود تا املاح، به وسیله خروج زه آب، در بستر کشت جمع نشوند.

۲- در کشت های خاکی مقداری آب برای ضد عفونی کردن خاک در تابستان و نیز یک بار آبیاری برای نمناک کردن خاک پیش از کاشت نشاء، مصرف می شود.

تلفات تبخیر از استخرهای روباز ذخیره آب، حدود $490 - 550 \text{ mm.yr}^{-1}$ تخمین زده می شود.

1- Penman-Monteith equation

2- Baille et al.,1994

3- The software PrHo v2.0

جدول ۵: عمق کل آبیاری گراش شده برای تولید سبزیجات و صیفی‌جات گلخانه‌ای در کشت بدون خاک منطقه آلم‌بادر کشور اسپانیا

Species ^a	Cropping cycle	Total irrigation applied to crop (mm)
<i>Individual crop cycles</i>		
Pepper ^a	Autumn–winter	311
Pepper ^a	Autumn–spring	363
Pepper ^a	Autumn–winter	270
Cucumber ^a	Autumn–winter	158
Green beans ^a	Autumn–winter	177
Melon ^a	Spring	189
Watermelon ^a	Spring	197
Green beans ^a	Spring	197
Tomato ^b	Autumn–spring	558
<i>Cropping seasons with two consecutive crops/seasons</i>		
Autumn–spring sweet pepper ^a		363
Sweet pepper–melon ^a		502
Sweet pepper–green beans ^a		489
Sweet pepper–watermelon ^a		465
Cucumber–melon ^a		486
Cucumber–watermelon ^a		439

^a Data from Fernandez et al., 2007.

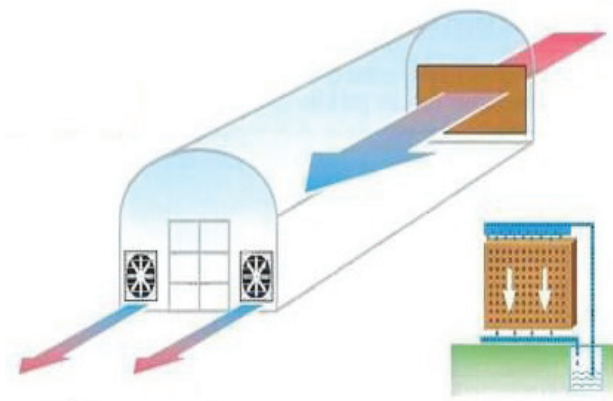
^b Data from Carreño et al., 2000.

توجه! برای به کارگیری سیستم های سرمایش تبخیری مانند پد - فن^۱ و مه پاش ها^۲ با توجه به مکانیزم عملکرد آن ها، به مصرف آب بیش تر نیاز است (شکل ۲۲). در نتیجه؛ تخمین میزان آب مورد نیاز در سیستم های سرمایش تبخیری گلخانه ها اهمیتی ویژه دارد، زیرا؛ بیش ترین کاربرد این سیستم ها در منطقه های خشک و نیمه خشک جهان است و صددرصد مشخص است که در آن منطقه ها، آب به عنوان یک نهاده بسیار ارزشمند و محدودکننده برای تولید محصول های کشاورزی به شمار می آید (شکل های الف-۲۳ و ب-۲۳). به همین دلیل، آگاهی پیدا کردن از مصرف آب در سیستم سرمایش تبخیری از دیدگاه برنامه ریزی و تخمین کل آب مورد نیاز گلخانه ها، بسیار مهم است.

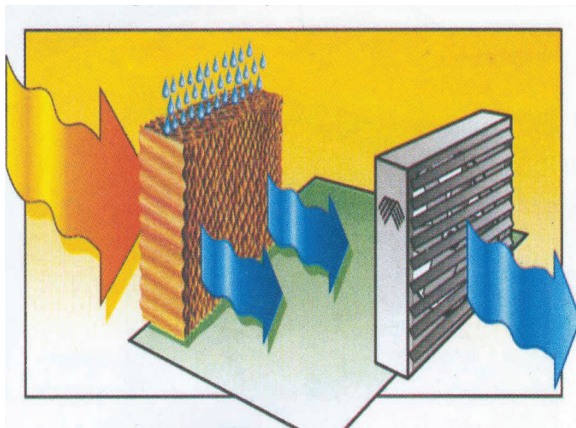
از سوی دیگر، هنگام مکان یابی و محاسبه آب مورد نیاز یک مجتمع گلخانه یی، همه مصرف های گوناگون آب باید بررسی و تخمین زده شوند. همچنین، در منطقه هایی، نیاز آبی سیستم سرمایشی بیش از نیاز آبی محصول گلخانه یی ممکن است مورد نظر باشد.

1- Pad & Fan system

2- Mist and fogger systems

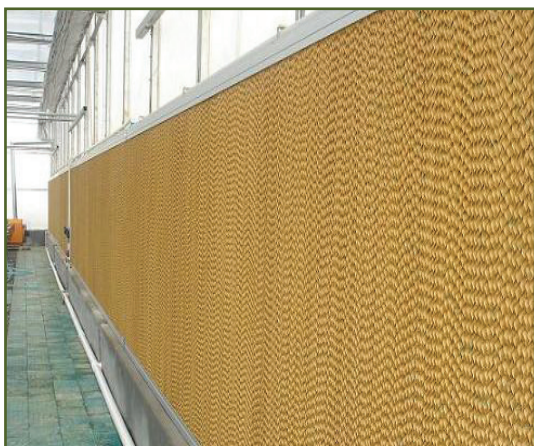


(الف)



(ب)

شکل ۲۲: نمایش تصویری کارکرد سامانه سرمایش تبخیری پد- فن در گلخانه‌ها



شکل ۲۳: نمونه‌یی از سیستم سرمایش تبخیری پد- فن نصب شده در گلخانه‌ها (بالا) و جریان چرخش آب در سیستم سرمایش تبخیری پد - فن نصب شده در گلخانه‌ها (پایین)

مطالعات انجام شده و تجربیات موجود نشان می‌دهند که مقدار مصرف آب در سیستم سرمایش پد- فن تحت تأثیر دما و رطوبت نسبی هوای بیرون گلخانه و شتاب (سرعت) تهویه لازم برای گلخانه است.

مقدارهای گزارش شده برای منطقه‌های اقلیمی معتدل، نیمه خشک و خشک جهان، دامنه ۰/۹ - ۱۱/۸ لیتر به ازای هر مترمربع از مساحت گلخانه در یک ساعت، در کارکرد روزانه ۵-۱۰ ساعت و یا دامنه ۵/۸-۱۴/۹ لیتر به ازای هر مترمربع از پد در یک ساعت از کارکرد سیستم سرمایشی را نشان می‌دهند. همچنین مقدار مصرف آب در سیستم‌های مه پاش پرفشار^۱ (شکل ۲۴)، حدود ۲/۵-۴/۲ لیتر به ازای هر مترمربع از گلخانه در روز و در کارکرد روزانه حدود ۶ ساعت و در سیستم‌های مه پاش کم فشار^۲ (شکل ۲۵)، حدود ۰/۶ - ۱۸ لیتر به ازای هر مترمربع از گلخانه در روز و در کارکرد روزانه حدود ۶ ساعت است.

1-High pressure systems (fogging)

2- Low pressure systems (misting)

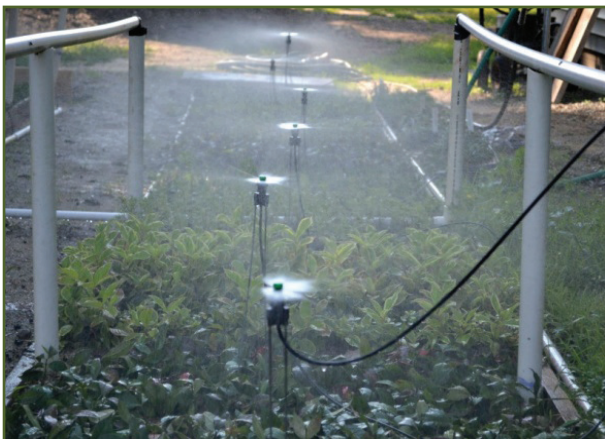


شکل ۲۴: نمونه‌یی از جریان چرخش آب در سیستم سرمایه‌ش

تبخیری مه پاش پرفشار در گلخانه‌ها

مطالعه وجود منبع آب کافی و مستمر همراه با کیفیت مناسب برای تولید در گلخانه‌ها ضروری است. برای بررسی وضعیت منبع‌های آب منطقه، بهتر است با چاه‌کنان (مقنّی‌های) محلی و نیز کارشناسان/خبرگان آب‌های زیرزمینی مستقر در محل، مشورت شود و از تجربه‌های ایشان نیز استفاده شود. همچنین قانون‌های منطقه‌یی کاربری زمین‌ها باید مطالعه، کنترل و با هدف‌های طرح مورد نظر، هم‌خوانی داده شوند. بهتر است؛ پیش از برنامه‌ریزی برای ساخت گلخانه‌ها، برای اطلاع از

طرح‌های توسعه‌ی احتمالی در آینده، منطقه مورد مطالعه، با مشاورها و یا مسئول‌های محلی مشورت و هماهنگی‌های لازم انجام گیرد.



شکل ۲۵: نمونه‌ی از جریان چرخش آب در سیستم سرمایش تبخیری مه‌پاش کم فشار در گلخانه‌ها

کیفیت آب

در بررسی کیفیت آب مورد نیاز برای پرورش محصول‌های گلخانه‌ی، تنها به عامل‌های رایج و معمول در آبیاری توجه نمی‌شود، بلکه عامل‌های زیر برای جلوگیری از شوک حرارتی^۱ باید ارزیابی شوند بویژه در منطقه‌هایی که حجم زیادی از

1- Thermal shock

آب وجود دارد، مثل آبیاری سطحی:

۱- میزان ذرات جامد^۱ در صورتی که از آبیاری قطره‌یی استفاده شود،

۲- درجه حرارت آب برای آبیاری که در یک گلخانه بدون سیستم گرمایشی^۲ در فصل سرد بدون واسطه به کار می‌رود.

کیفیت آب برای آبیاری را عامل‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی تعیین می‌کنند. هدایت الکتریکی آب^۳ (EC_w)، اسیدیته pH و نسبت جذب سدیم^۴ (SAR)، از مهم‌ترین شاخص‌های شیمیایی مورد استفاده برای ارزیابی میزان شوری، اسیدیته و قلیایی بودن آب برای آبیاری‌اند. هدایت الکتریکی آب با افزایش غلظت املاح محلول در آب، افزایش می‌یابد و اغلب، اندازه‌گیری آن به صورت استاندارد و در دمای $25^{\circ}C$ براساس رابطه زیر انجام می‌شود:

$$EC = 0.1 \times C \quad (2)$$

-
- 1- Solid elements content
 - 2- Unheated greenhouses
 - 3- Electrical conductivity of the water
 - 4- Sodium absorption ratio

که در آن؛

$EC =$ هدایت الکتریکی آب برحسب $dS.cm^{-1}$ و C غلظت املاح محلول در آب (غلظت مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در آب) برحسب $meq.l^{-1}$ است. اسیدیته آب عبارت است از لگاریتم در پایه ۱۰ غلظت یون هیدروژن (H^+):

$$pH = \log_{10} [H^+] \quad (۳)$$

نکته!

pH؛ از نظر تئوری بین ۰ تا ۱۴ می‌تواند تغییر کند. **pH** برابر ۷ به معنی طبیعی بودن اسیدیته آب، کم‌تر از ۷ نشان‌دهنده‌ی اسیدی بودن و بیش‌تر از ۷ نشان‌دهنده‌ی قلیایی بودن آب است.

نسبت جذب سدیم نیز با رابطه زیر حساب می‌شود:

$$SAR = [Na^+] \times \left[\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (۴)$$

که در آن؛

$$[Na^+] = \text{غلظت یون سدیم} ،$$

$$[Ca^{+2} + Mg^{+2}] = \text{مجموع غلظت یون های کلسیم}$$

و منیزیم‌اند که با واحد میلی‌اکی‌والان در لیتر^۱ (meq.l⁻¹) بیان می‌شوند.

نکته!

در کل، ارزیابی کیفیت آب برای آبیاری در گلخانه‌ها به روش پیشنهادی FAO که در جدول ۶ خلاصه شده است، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۶: راهنمای روش ارزیابی کیفیت آب برای تولید محصول‌های گلخانه‌ای

	No problem	Growing problem	Serious problem
Salinity (EC_e in $ds\ m^{-1}$)	<0.7	0.7–3.0	>3.0
Infiltration sodium absorption ratio (SAR)			
0–3 and EC_e^*	>0.7	0.7–0.2	<0.2
3–6 and EC_e^*	>1.2	1.2–0.3	<0.3
6–12 and EC_e^*	>1.9	1.9–0.5	<0.5
12–20 and EC_e^*	>2.9	2.9–1.3	<1.3
20–40 and EC_e^*	>5.0	5.0–2.9	<2.9
Specific ionic toxicity			
Sodium ($me\ l^{-1}$)			
Surface irrigation	<3.0	3.0–9.0	>9.0
Sprinkler irrigation	<3.0	>3.0	
Chlorides ($me\ l^{-1}$)			
Surface irrigation	<4.0	4.0–10.0	>10.0
Sprinkler irrigation	<3.0	>3.0	
Boron ($mg\ l^{-1}$)^a	<0.7	0.7–3.0	>3.0
Diverse effects			
Nitrogen (N in $mg\ l^{-1}$)	<5.0	5.0–30.0	>30.0
Bicarbonates ($me\ l^{-1}$) sprinkler irrigation	<1.5	1.5–8.5	>8.5
pH		Normal range 6.5–8.4	

^aValues for boron are the same for both surface irrigation and sprinkler irrigation.

Source: FAO (Ayers and Westcot, 1987)

به طور معمول، آب چاه نسبت به آب شهری ارزان‌تر است و یون مضر فلور ندارد. آب رودخانه‌ها یا استخرهای طبیعی، بویژه اگر زهکشی طبیعی منطقه را انجام دهند، به دو دلیل عامل بیولوژیکی ناشی از موجودهای ذره‌بینی و عامل فیزیکی، مثل بذر علف‌های هرز ممکن است، آلوده شوند، در نتیجه؛ به کلرزنی با خاصیت ضد عفونی‌کنندگی و تصفیه فیزیکی، که هزینه‌ی بالا دربردارد، ممکن است، نیاز داشته باشند .

علاوه بر مقدار آب، کیفیت آن از عامل‌های مهم در تولید محصول‌های گلخانه‌یی شمرده می‌شود. تحمل انواع گیاهان نسبت به املاح موجود در آب آبیاری با هم تفاوت دارند. مهم‌ترین عامل محدودکننده برای کشت‌های گلخانه‌یی، شوری آب برای آبیاری (EC_w) است. مقدار شوری تحمل‌پذیر برای برخی از گیاهان گلخانه‌یی در جدول ۷ نشان داده شده است. بیش‌تر شدن شوری آب از مقدارهای نشان شده، کاهش عملکرد محصول را به دنبال می‌آورد. نمونه‌هایی از این کاهش عملکرد در اثر افزایش شوری آب برای آبیاری و شوری عصاره اشباع

خاک (EC_e)، در جدول ۸ آورده شده‌اند.

علاوه بر شاخص‌های SAR، EC_w و pH، بی‌کربنات، غلظت یون‌های کلر، کلسیم، گوگرد، آهن، منیزیم موجود در آب نیز در میزان رشد و نمو و عملکرد محصول مؤثراند. به همین دلیل پیش از ساخت گلخانه، از آب مورد استفاده آزمایش کامل شیمیایی باید گرفته شود و نتیجه‌های به‌دست‌آمده، تفسیر شوند و به صورت جدی به آن‌ها توجه شود.

جدول ۷: شوری مناسب آب آبیاری (EC_w) برای کشت برخی محصولات گلخانه‌ای

شوری قابل قبول (ds/m)	نوع محصول
۲	خیار
۲/۵	گوجه فرنگی
۱	توت فرنگی
۲	فلفل
۲	خربزه
۱/۳	گل رز
۱/۵	آلسترومریا
۲	لیسیانوس
۲	گلایول

کیفیت آب علاوه بر آبیاری، در کارکرد سیستم های گرمایش آب گرم مانند: بویلرها و سرمایش تبخیری مانند: پد- فن و مه پاش ها نیز اهمیت دارد. به طور معمول، آلودگی فیزیکی آب های سطحی رودخانه ها و مخزن های روباز مانند: جسم های شناور، بذر علف های هرز و همچنین شن و ماسه پمپاژ شده از چاه ها عملکرد سامانه های آبیاری، گرمایشی و سرمایشی گلخانه ها را دشوار می کند و تصفیه فیزیکی (فیلتراسیون) این گونه آب ها، پرهزینه اند.

جدول ۸: میزان کاهش عملکرد برخی محصولات های گلخانه یی نسبت به عملکرد پتانسیل آنها
به ازای میزان افزایش شوری آب برای آبیاری و شوری عصاره اشباع خاک از آستانه تحمل آنها

Crop	Percentage of maximum yield								Max. EC_e^a
	100%		90%		80%		50%		
	EC_e	EC_e	EC_e	EC_e	EC_e	EC_e	EC_e	EC_e	
Climbing bean	0.7	1.0	1.0	1.5	1.5	2.3	2.4	3.6	6.5
Broccoli	1.9	2.8	2.6	3.9	3.7	5.5	5.5	8.2	13.5
Melon	1.5	2.2	2.4	3.6	3.8	5.7	6.1	9.1	16.0
Cucumber	1.7	2.5	2.2	3.3	2.9	4.4	4.2	6.3	10.0
Potato	1.1	1.7	1.7	2.5	2.5	3.8	3.9	5.9	10.0
Lettuce	0.9	1.3	1.4	2.1	2.1	3.2	3.4	5.2	9.0
Onion	0.8	1.2	1.2	1.8	1.8	3.2	2.9	4.3	8.0
Pepper	1.0	1.5	1.5	2.2	2.2	3.3	3.4	5.1	8.5
Spinach	1.3	2.0	2.2	3.3	3.5	4.9	5.7	8.6	15.0
Strawberry	0.7	1.0	0.9	1.3	1.2	1.8	1.7	2.3	4.0
Tomato	1.7	2.5	2.3	3.5	3.4	5.0	5.0	7.6	12.5

^aMax. EC_e , maximum electric conductivity tolerable of the soil's saturated extract for that specific crop.

Source: FAO (Ayers and Westcot, 1987)

دسترسی به زیرساخت های ضروری و نهاده های مهم تولید

مطالعه وضعیت زیرساخت های موجود، شامل: وجود یا نبود جاده ها و راه های ارتباطی، وجود کارگران محلی و سطح دانش فنی آن ها، سردخانه، امکانات رفاهی - خدماتی و نیز دسترسی به منبع های انرژی، نوع و هزینه های انرژی مصرفی مورد نیاز از جمله؛ برق، گاز طبیعی، گازوئیل و ...، همچنین دسترسی به مواد، مصالح و خدمات فنی - مشاوره ی محلی، برای دستیابی به شرایط مناسب تولید، اهمیتی خاص دارند.

به طور معمول، مکان ساخت گلخانه ها در جاهایی انتخاب می شوند که تا حد امکان به راه های ارتباطی جاده یی و ریلی، شبکه های برق و گاز طبیعی، مخزن های سوخت و دیگر امکانات رفاهی و خدماتی نزدیک باشند، همچنین کارگران محلی، برای حداقل شدن دستمزدها وجود داشته باشند تا هزینه های مربوط به سرمایه گذاری برای تأمین انرژی، نهاده های تولید و بازررسانی محصول های تولید شده، به حداقل

برسند. همچنین وجود شبکه های مخابراتی و اینترنت^۱ در منطقه برای موفقیت در بهره برداری و مدیریت گلخانه ها، ضروری است. شکل های ۲۶ و ۲۷ نمونه هایی از این گونه گلخانه هایند.



شکل ۲۶: لزوم نزدیکی گلخانه ها به جاده و شبکه برق سراسری

1. Telephone and internet services



شکل ۲۷: لزوم نزدیکی گلخانه‌ها به امکانات رفاهی و خدماتی مناسب

چند نکته!

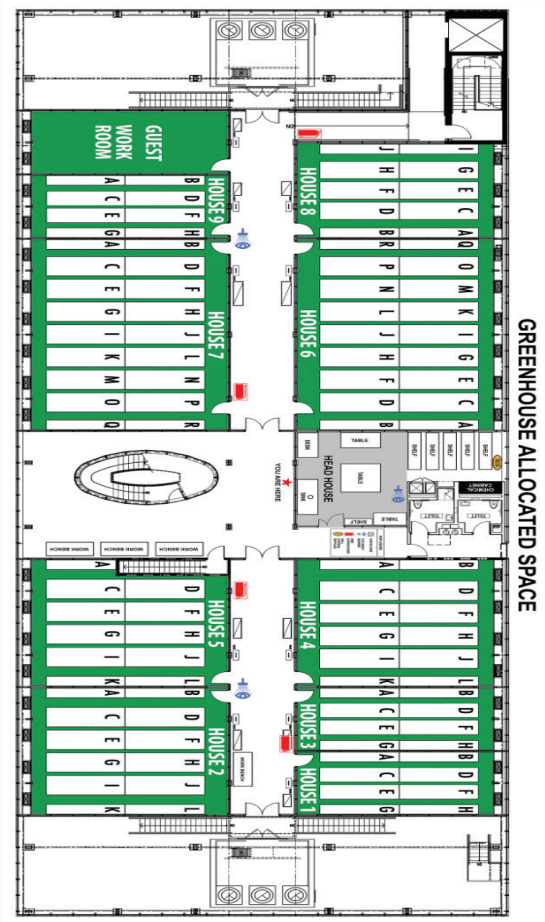
۱- در زمان ساخت گلخانه، قطعه زمینی را باید انتخاب کرد که بزرگ‌تر از نیازهای اولیه باشد و زمین اضافی برای توسعه و طرح‌های آینده در نظر گرفته شود (شکل ۲۸).

۲- مساحت‌های مربوط به ارائه سرویس‌های جانبی مانند: استخرهای ذخیره آب، انبارها، راه‌های ارتباطی، محل استراحت کارگران، سرویس‌های بهداشتی، محل‌های جداسازی و بسته‌بندی، سردخانه،

دفترهای کار و مانند این‌ها موردهایی‌اند که در طراحی و جانمایی اولیه باید گنجانده شوند.

۳- یک سطح هم به عنوان فضای پیش‌بینی نشده به مجموعه فضاها اضافه می‌شود (شکل‌های ۲۹ و ۳۰).

۴- در منبع‌ها مساحت ساختمان‌های سرویس‌دهنده برای گلخانه‌های کوچک معادل ۱۳٪ مساحت کف گلخانه است، این مساحت با گسترش سطح گلخانه‌ها به ۷/۵٪ کاهش می‌یابد. به‌طور متوسط مساحت ساختمان‌های سرویس‌دهنده برابر ۱۰٪ سطح مفید گلخانه در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۳۸: نمونه‌یی از شیوه جانمایی گلخانه و تأسیسات جانمی لازم برای آن در یک قطعه زمین

گلخانه‌ها به نیروهای کاری خبره و تمام‌وقت نیاز دارند، بنا بر این؛ این موضوع در انتخاب محل ساخت آن‌ها، به صورت جدی باید در نظر گرفته شود.

از آنجایی که سطح دستمزد در بخش کشاورزی به‌طور سنتی کم است (برای کاهش هزینه کارگران)، تعداد نیروی کارگری موردنیاز در یک هکتار گلخانه به مراتب از یک هکتار زراعت و یا حتی باغ بیش‌تر است و نیز نظارت و کنترل بیش‌تری بر گلخانه‌ها لازم است، کارگران گلخانه یا در محل گلخانه یا در نزدیک‌ترین محل ممکن به محل گلخانه باید سکونت یابند. همچنین وجود سرویس‌های حمل و نقل عمومی و نیز ایستگاه‌های اتوبوس یا تاکسی در نزدیکی محل ساخت گلخانه‌ها برای تسهیل و ارزان‌سازی در رفت و آمد کارگران، مؤثر و کارساز خواهند بود.



شکل ۳۹: نمونه‌یی از محل‌های لازم برای جداسازی و بسته‌بندی محصول تولیدشده گلخانه‌یی



شکل ۳۰: نمونه‌یی از محل‌های لازم برای جداسازی و بسته‌بندی محصول تولیدشده گلخانه‌یی

بازار مصرف

در مکان یابی برای ساخت گلخانه ها و مجتمع های گلخانه یی، مطالعه فاصله از بازارهای عمده مصرف یا امکان صادرات به خارج از کشور ضروری است (شکل های ۳۱، ۳۲ و ۳۳). نزدیکی مکان ساخت گلخانه به جاده های اصلی برای بازاررسانی محصول تولیدی مهم است.

به طور کلی اندازه بازار مصرف و شرایط اجتماعی - منطقه یی که قرار است تولیدهای گلخانه یی در آن پیشنهاد شود، فرصت فروش محصول و توجیه پذیر بودن هزینه های حمل و نقل محصول های تولید شده را تعیین می کند.



شکل ۳۱: ضرورت وجود بازارهای داخلی و خارجی برای فروش محصولات گلخانه‌ای تولید شده



شکل ۳۲: ضرورت وجود بازارهای داخلی و خارجی برای فروش گل و گیاهان زینتی گلخانه بی تولیدشده



شکل ۳۳: امکان فروش گل و گیاهان زینتی تولیدشده در محل گلخانه

بر خلاف چالش‌های گوناگون در تولید محصول‌های گلخانه‌یی کشور، قیمت فروش اغلب محصول‌ها از موردهای مشابه در بسیاری از کشورهای دیگر کم‌تر است. امروزه، بالا بودن هزینه‌های تولید از یک‌سو و پایین بودن قیمت محصولات تولید شده از سوی دیگر، توجیه اقتصادی فعالیت‌های گلخانه‌یی را ضعیف کرده است. قیمت مناسب فروش برای محصول‌های تولیدی، ضمانت‌کننده تداوم و پایداری در تولید است. در صورتی که قیمت بازار هزینه‌های تولید را جبران نکند، حتی اگر مدیریت گلخانه و کیفیت محصول در بهترین وضعیت خود باشد، انگیزه برای تولید را از بین می‌برد و همه زحمات‌ها بیهوده می‌شوند.

به‌طور کلی بازار محصول‌های کشاورزی تاندازی به بازار رقابت کامل است و دست کم در بسیاری از موردها خصوصیات آن نزدیک به بازار رقابت کامل است. عرضه اندک در کنار تقاضای زیاد، افزایش قیمت و در حالت عکس آن، کاهش قیمت محصول‌های کشاورزی را به دنبال دارد که خود خطرپذیری‌هایی را، کم یا زیاد، به شرح زیر به دنبال خواهد داشت:

تنظیم برنامه تولید به طوری که عمده برداشت

هنگامی باشد که پیش‌بینی می‌شود، قیمت بازار مناسب است، تا حدودی خطرپذیری بازاری را کاهش می‌دهد.

بازاریابی موفق که در برگیرنده کشف بازارهای جدید دیگر است، خطرپذیری قیمت را می‌تواند کاهش دهد. در این زمینه توانایی‌های مدیریتی بهره‌بردار، مقیاس تولید و تجربه و آگاهی از شرط‌های بازار، نقشی مؤثر دارند و با استفاده از آن‌ها هزینه‌های تولید را می‌توان کاهش و فروش محصول را با قیمت‌های پایین‌تر مقرون به صرفه کرد.

از منابع‌های مهم دیگر، خطرپذیری در عملیات بازاریابی و بازاریابی محصول‌های گلخانه‌یی، شرط‌های انبارداری و حمل‌ونقل‌اند (شکل‌های ۳۴، ۳۵ و ۳۶) و نوع محصول در این زمینه، نقشی مهم دارد.

چند نکته مهم!

۱- توت‌فرنگی محصولی است که توانایی انبارداری آن بسیار اندک است در حالی که برای محصولاتی مانند فلفل، گوجه‌فرنگی و خیار، این توانایی تا اندازه‌یی بیش‌تر است.

۲- نگره‌داری بیش از اندازه خیار در انبار به دلیل از دست دادن رطوبت و چروکیدگی آن، بازارپسندی این محصول را کاهش می‌دهد و افت قیمت را به دنبال می‌آورد. به همین دلیل اگر گلخانه در موقعیت‌های مکانی ساخته می‌شود که دسترسی به بازار آسان نیست یا هزینه‌های حمل‌ونقل آن افزایش می‌یابد، بهتر است در انتخاب نوع محصول گلخانه‌یی، که قرار است تولید شود، دقتی بیش‌تر شود.



شکل ۳۴: زیرساخت‌های ضروری برای بارگیری و حمل‌ونقل محصول‌های گلخانه‌یی تولیدشده



شکل ۳۵: زیرساخت‌های ضروری برای بارگیری و حمل‌ونقل
محصول‌های گلخانه‌ی تولیدشده



شکل ۳۶: زیرساخت‌های ضروری برای بارگیری و حمل‌ونقل
محصول‌های گلخانه‌ی تولیدشده

وضعیت خاک شناسی و توپوگرافی

مطالعات مربوط به چگونگی دسترسی به زمین و هزینه تأمین آن شامل:

- بررسی کیفیت و ویژگی های خاک برای انجام کشت های خاکی،

- میزان توپوگرافی و چگونگی وضعیت حال و آینده آن از نظر امکان گسترش،

- وجود سایه اندازها و بادشکن های طبیعی موجود در منطقه،

- شرایط خاک از نظر وضعیت زهکشی و کنترل سطح ایستایی^۱؛ از عامل های مهم و تأثیرگذار بر انتخاب مکان ساخت گلخانه اند.

با افزایش ارتفاع گلخانه از سطح دریا^۲، فشار بارومتريک^۳ و درجه حرارت محیط کاهش می یابد اما به دلیل کم شدن سهم انتشار نور در هوای

۱- بالاترین تراز آب زیرزمینی روی یک سطح مشخص در زیرزمین است.

2- Altitude

۳- بارومتريک (Barometric pressure): نیرویی که در هر نقطه بر حسب وزن ستونی از هوا که در بالای آن نقطه وجود دارد، بر سطح وارد می شود.

صاف، شدت دریافت نور خورشید افزایش می یابد. همچنین میزان بارندگی در ارتفاع ها نسبت به محیط های صاف تر (جلگه یی) بیش تر می شود. به همین دلیل توپوگرافی با خرداقلیم^۱ منطقه ها به دلیل اثر بر باد، بارندگی، تابش خورشید و درجه حرارت محیط نقشی مرتبط دارد. تأثیر توپوگرافی بر تابش خورشید با ایجاد سایه، بر سرعت و جهت وزش باد و نیز رژیم حرارتی منطقه، خیلی مهم است. در نیم کره شمالی، شیب های رو به جنوب نسبت به شیب های رو به شمال، تابش خورشیدی بیش تری دریافت می کنند. این حالت به ویژه در پائیز و زمستان هنگامی که موقعیت خورشید در زاویه یی کم تر نسبت به افق قرار دارد، ایجاد می شود. به همین دلیل در ناحیه آلریای کشور اسپانیا به عنوان مهم ترین قطب گلخانه ای جهان، واحدهای گلخانه ای بین ساحل دریا (جنوب) و رشته کوه های شمالی احداث شده اند (شکل های ۳۷ و ۳۸). چنانچه زمین ها شیب خیلی زیادی داشته

۱- خرداقلیم (Microclimate): کوچک ترین واحد اقلیمی است که از شرایط فیزیکی مختلف زمین، زیاد تأثیر می پذیرد، به طوری که همه ویژگی های خود را از این شرایط می تواند کسب کند.

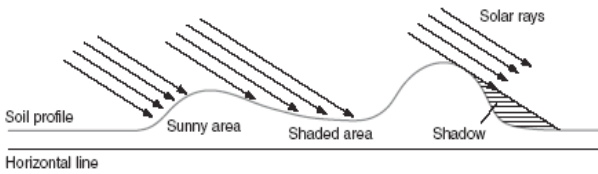
باشند (شکل ۳۹)، سایه‌های محلی ایجاد شده مهم بوده و از منظر نورگیری گلخانه‌های احداث شده در این مکان‌ها، اثر منفی خواهند گذاشت.



شکل ۳۷: استقرار گلخانه‌ها در شیب دامنه کوه‌های رو به جنوب در ساحل آلمریای کشور اسپانیا برای نورگیری بیش‌تر در فصل‌های پاییز و زمستان



شکل ۳۸: استقرار گلخانه‌ها در شیب دامنه کوه‌های رو به جنوب در ساحل آلمریای کشور اسپانیا برای نورگیری بیش‌تر در فصل‌های پاییز و زمستان



شکل ۳۹: اثر توپوگرافی زمین در وضعیت سایه‌اندازی محلی زمین‌ها

چند نکته!

۱- سایه‌اندازی مانع‌های طبیعی یا مصنوعی نسبت به آفتاب تابستانی و زمستانی هر منطقه باید کنترل شود و براساس آن، مکان مناسب ساخت گلخانه به گونه‌ی انتخاب شوند که سایه کم‌تر در آن جاها به وجود آید (شکل ۴۰).

۲- همچنین رعایت فاصله مناسب در ساخت واحدهای گلخانه‌ی از یکدیگر، برای جلوگیری از سایه‌اندازی آن‌ها بر همدیگر، ضروری است (شکل ۴۱).

۳- مکان‌های قرارگرفته در کناره‌های کوه‌های بلند به دلیل سایه‌اندازی همیشگی‌شان برای ساخت گلخانه نامناسب‌اند (شکل ۴۲).

۴- در انتخاب مکان ساخت گلخانه‌ها باید سعی شود تا شیب زمین در جهت عرضی ساخت گلخانه صفر و در جهت طولی آن اندک و حدود $0/5\%$ و حداکثر $1-2\%$ در نیم کره شمالی رو به جنوب باشد، در نتیجه؛ در فصل‌های پاییز و زمستان نورگیری بهتر دارد و این مکان‌ها از وزش بادهای شمالی در امان می‌مانند.

۵- اغلب عملیات زراعی و کنترلی به صورت ماشینی در شیب‌های بیش از ۱-۲ درصد، مشکل است و برای ساخت گلخانه‌ها به تراس بندی زمین‌ها^۱ نیاز خواهد بود.

نکته!

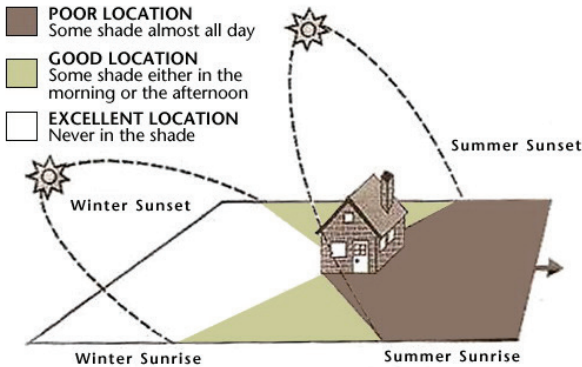
در زمین‌های با شیب بیش‌تر، توصیه می‌شود چندین گلخانه جداگانه با محورهایی موازی خط‌های تراز (Foggy areas) : خط تراز را برای نقاطی که ارتفاع مساوی از سطح پیش فرض که معمولاً سطح آب‌های آزاد است در نظر می‌گیرند^۱ طراحی شوند.

۶- برای جلوگیری از سایه‌اندازی مانع روی گلخانه‌ها، با توجه به ارتفاع مانع و زاویه تابش خورشید بر اساس ماه و فصل از سال، فاصله آن از گلخانه براساس شکل ۴۳ را می‌توان تخمین زد. به دلیل سنگین بودن وزن توده هوای سرد، جبهه‌های هوای سرد همیشه به سوی منطقه‌های پست‌تر تمایل دارند تا حرکت کنند و اگر وزش باد

۱- دیواره‌های عمودی و شیب‌دار برای جمع‌آوری آب بیش‌تر ساخته می‌شوند.

وجود نداشته باشد، در آن جا ساکن می‌شوند. پس؛ ضروری است در این گونه منطقه‌ها جای انتخابی، برای ساخت گلخانه، اندکی توپوگرافی داشته باشد تا به جابجایی جبهه هوای سرد در شب‌های آرام در این منطقه‌ها کمک کند. همچنین از ساخت گلخانه‌ها در منطقه‌های مه‌گیر^۱ باید خودداری شود.

Locating the Greenhouse



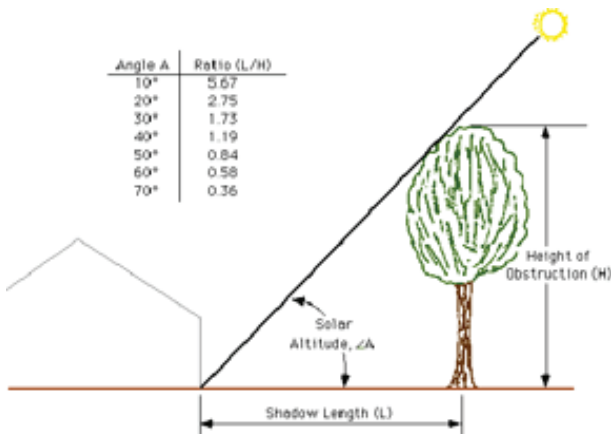
شکل ۴۰: وضعیت سایه اندازه‌ی مانع‌های در اطراف خود در طول سال

1. Foggy areas



شکل ۴۱: چگونگی سایه‌اندازی گلخانه‌ها بر یکدیگر و ضرورت





شکل ۴۳: تخمین فاصله گلخانه از مانع‌های طبیعی و ساخته دست بشر برای جلوگیری از سایه‌اندازی با توجه به ارتفاع مانع و زاویه تابش خورشید

از طرف دیگر، در جاهایی که سرعت وزش باد بالاست، پیش‌بینی ساخت بادشکن‌های طبیعی یا مصنوعی برای پایداری بیش‌تر ساختار و پوشش گلخانه و نیز کاستن از هدررفت انرژی‌های داخل و خارج گلخانه ضروری است. برای این منظور گلخانه‌ها را در محلی که دارای ردیف‌هایی از درختان است، می‌توان ساخت (شکل ۴۴).

توجه! برای جلوگیری از سایه‌اندازی درختان روی گلخانه‌ها، فاصله درختان از گلخانه‌ها ۲/۵ برابر ارتفاع

نکته!

وجود بادشکن‌های طبیعی (همان ردیف درختان) هنگامی برتری خواهند داشت که بیش از اندازه به محوطه گلخانه نزدیک نباشند تا مشکل سایه‌اندازی ایجادکنند یا منبع انتقال حشره‌ها و بیماری‌ها شوند.

کشت درختان در شهرک‌هایی که با کمبود آب روبه‌رویند، یک مشکل اساسی ایجاد خواهند کرد. استفاده از بادشکن‌های مصنوعی پلیمری^۱ با طول عمری تا ۲۵ سال و نفوذپذیری^۲ بیش از ۵۰٪ که در دمای بین ۳۰- تا ۷۰+ درجه سلسیوس مقاوم‌اند و برای گیاهان و حیوانات نیز زیان ندارند (شکل ۴۵)، گزینه دوم به شمار می‌آیند که کاشت آن‌ها نسبت به ساخت دیوارهای سراسری (شکل ۴۶) از نظر

1- High tenacity polyester filaments.

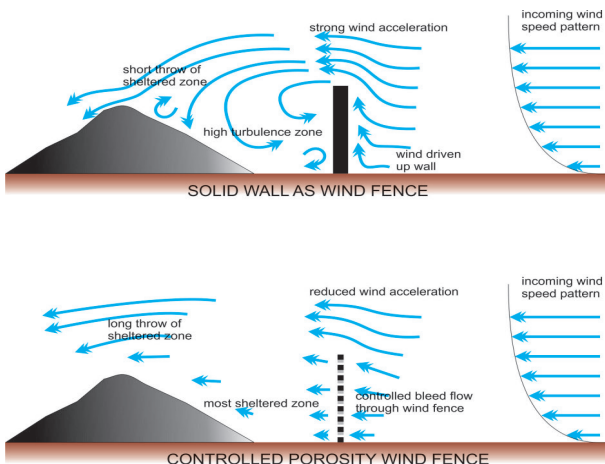
2- Permeability.



شکل ۴۴: استفاده از بادشکن طبیعی پیرامون گلخانه



شکل ۴۵: استفاده از بادشکن مصنوعی پیرامون گلخانه



شکل ۴۶: مقایسه چگونگی کنترل و تعدیل وزش باد در بادشکن های مصنوعی یک پارچه و نفوذپذیر

وجود خاک هایی با بافت سنگین (رسی) در مکان ساخت گلخانه ها از دو نظر، بهره برداری را از گلخانه ها در آینده با چالش روبه رو خواهند ساخت:

۱- ضعیف کردن توانایی زهکشی طبیعی منطقه،

۲- مشکل انبساط/ انقباض^۱ و ترک خوردن گلخانه های

دارای کف بتنی.

1 - Shrink/Swell clays

وضعیت هیدرولوژیکی منطقه

مطالعه وضعیت سیل آب در منطقه، مطالعه چگونگی جمع آوری و دفع آب‌های ناشی از بارندگی‌های فصلی و نیز بررسی امکان سیل گیر بودن منطقه بویژه در منطقه‌های پرباران، از دیگر عامل‌های مهم و تأثیرگذار بر انتخاب مکان مناسب برای ساخت گلخانه به شمار می‌آیند.

الف- ضرورت زه‌کشی

لزوم پیش‌بینی زه‌کشی سطحی در منطقه‌های مناسب ساخت گلخانه‌ها برای جمع آوری و دفع آب بارندگی‌ها باید مطالعه شوند (شکل‌های ۴۷-۵۰). پس؛ در منطقه‌های پرباران، زه‌کشی‌های پیرامون گلخانه‌ها به درستی باید انجام پذیرند. به طور کلی خاک مکان ساخت گلخانه پذیرش زه‌کشی طبیعی و مناسبی را باید داشته باشد. در مکان‌هایی که زه‌کشی طبیعی به سختی انجام می‌شود، پیش از تأسیس گلخانه باید مطالعه و طراحی شود و اجرای سیستم‌های مناسب زه‌کشی زیرزمینی نیز انجام پذیرد. همچنین اگر گلخانه در زمین‌هایی با

سطح ایست‌آبی بالا ساخته شود، استفاده از شبکه زه‌کش‌های زیرزمینی ضروری است.

ب- شیب زمین

شیب زمین‌ها از نظر وضعیت زه‌کشی و شیوه ساخت‌وساز مهم است. به طور اساسی، ساخت گلخانه‌های بزرگ در زمین‌های با شیب کم، راحت‌تر و کم‌هزینه‌تر است. مکان ساخت گلخانه اندکی بالاتر از نقطه‌های مجاور باید در نظر گرفته شود تا از آب‌گرفتگی گلخانه هنگام سیلاب و بارندگی‌های شدید، جلوگیری شود (شکل‌های ۵۱ و ۵۲).

همچنین توپوگرافی زمین مورد نظر شیبی کم؛ در حدود حداکثر ۰/۵ - ۱٪ در جهت طولی ساخت گلخانه باید داشته باشد تا زه‌آب و روان‌آب‌های ناشی از بارندگی‌ها، به طور طبیعی، جمع‌آوری و تخلیه شوند (شکل‌های ۴۷-۵۰).

زمین‌های پیرامون گلخانه دست کم ۲٪ باید شیب داشته باشند تا امکان زه‌کشی طبیعی منطقه هنگام سیل‌آب و باران‌های شدید فراهم شود. وجود شیب اندک و مساعد در مکان ساخت گلخانه‌ها،

کاهش هزینه‌های تسطیح، زهکشی و حمل و نقل را به دنبال خواهند داشت.



شکل ۴۷: شیوه جمع‌آوری و دفع آب ناشی از بارندگی‌های فصلی پیرامون گلخانه‌ها



شکل ۴۸: شیوه جمع‌آوری و دفع آب ناشی از بارندگی‌های فصلی پیرامون گلخانه‌ها



شکل ۴۹: شیوه جمع‌آوری و دفع آب ناشی از بارندگی‌های فصلی پیرامون گلخانه‌ها



شکل ۵۰: شیوه جمع‌آوری و دفع آب ناشی از بارندگی‌های فصلی پیرامون گلخانه‌ها



شکل ۵۱: بالابودن جای ساخت گلخانه نسبت به محیط پیرامون خود برای جلوگیری از آب گرفتگی گلخانه هنگام سیل آب و باران های شدید



شکل ۵۲: بالابودن جای ساخت گلخانه نسبت به محیط پیرامون خود برای جلوگیری از آب گرفتگی گلخانه هنگام سیلاب و باران های شدید

وضعیت محیط زیست منطقه

در انتخاب مکان ساخت گلخانه به نکته‌هایی باید توجه کرد. این نکته‌ها عبارت‌اند از:

- ۱- مطالعه وضعیت محیط زیست منطقه در صورت اجرای پروژه‌های گلخانه‌یی،
- ۲- فراهم آوردن شرایط ایمنی محصول تولیدشده،
- ۳- پرهیز از کاربرد مواد شیمیایی و اثرات مخرب محیط زیستی تولید بر وضعیت آب و خاک منطقه،
- ۴- اثرات نامطلوب استفاده از آب شیرین کن‌ها در منطقه‌های بدون ساحل،
- ۵- چگونگی دفع پس‌آب (پس مانده‌های) شور آن‌ها (شکل ۵۳).

از جمله مطالعات اولیه موردنیاز برای انتخاب مکان مناسب گلخانه‌ها اخذ راهکارهای ضروری در خصوص محدودیت‌های محیط زیستی آینده مانند: تخلیه پس‌آب‌های گلخانه‌یی به دریاچه‌ها، نهرها یا آب‌های زیرزمینی به منظور جلوگیری از آلودگی منابع آب و خاک بویژه در کشت‌های هیدروپونیک است.

بنابراین، برای به کارگیری یا دفع اصولی پس‌آب خروجی از گلخانه‌ها بویژه در کشت‌های هیدروپونیک باید برنامه و طرحی مناسب داشته باشیم.



شکل ۵۳: شور شدن خاک در مسیر مکان تخلیه پس‌آب شور یک واحد آب شیرین کن گلخانه‌یی در استان اصفهان

با توجه به معمول بودن استفاده از کشت هیدروپونیک (کشت بدون خاک) به روش سیستم باز در ایران، در بیش‌تر موارد، آب اضافی به دست آمده از آبیاری و زه‌آب^۱ بسترهای کشت درون گلخانه

۱ - آبی که از کنار رود، چشمه، تالاب و .. تراوش کند.

پس از جمع آوری و انتقال به بیرون از گلخانه، در داخل حوضچه یی ذخیره و برای آبیاری بخشی از زمین‌های زیرکشت بیرون از گلخانه در فضای باز یا فضای سبز پیرامون گلخانه استفاده می‌شوند (شکل‌های الف-۵۴ و ب-۵۴).

با توجه به اینکه در آب اضافی ناشی از آبیاری، مقداری کود و سم می‌ماند، تخلیه بدون قاعده و کاربرد آن ممکن است روی خاک و آب زیرزمینی منطقه تأثیری بد بگذارد و پخش آلودگی در محیط زیست را به دنبال بیاورد.

بیش‌ترین توجه در مسائل مربوط به استفاده از دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن، به موارد ناشی از دفع پس‌آب حاصل از این عملیات برمی‌گردد (شکل‌های الف-۵۵ و ب-۵۵). در فرایندهای نم‌زدایی، چندین پس‌آب‌ها تولید می‌شوند که عبارت‌اند از:

◀ آب نمک بسیار غلیظ تر از آب خام یا پس‌آب (غلظت آن بستگی به درصد بازیافت دارد)،

◀ فاضلاب به دست آمده از شست‌وشوی تأسیسات نم‌زدایی (حاوی ترکیب‌های شیمیایی گوناگون)،

◀ فاضلاب‌های تأسیسات پیش‌تصفیه،



(الف)



(ب)

شکل ۵۴: حوضچه تخلیه آب اضافی بسترهای کشت ناشی از آبیاری در گلخانه (الف) و زمین‌های تحت آبیاری با آب اضافی به دست آمده از بسترهای کشت گلخانه (ب) در استان البرز



(الف)



(ب)

شکل ۵۵: شیوه‌های تخلیه پس‌آب شور خروجی از سیستم آب‌شیرین‌کن (الف) و نیز انتقال و دفع پس‌آب خروجی از سیستم آب‌شیرین‌کن به بیرون از زمین‌های گلخانه (ب) در استان البرز

در تأسیسات کوچک؛ نمک زدایی مورد استفاده در گلخانه ها، بیش تر آب اضافی شان از نوع اول است، یعنی: پس آبی که در مقایسه با آب ورودی، غلظت نمکی بیش تر دارد و در حجمی زیاد تولید می شود، به طور اصولی باید دفع شود.

حجم پس آب از نظر میزان جریان و غلظت املاح آن، به وضعیت آب خام، درصد بازیافت و فرایند مورد استفاده در نمک زدایی بستگی دارد، برای نمونه؛ درصد بازیافت تأسیسات نمک زدایی آب های لب شور حدود ۵۰ تا ۹۰ درصد است، بنابراین؛ ۱۰ تا ۵۰ درصد آب خام به پس آبی تبدیل می شود که غلظت املاح در آن ۲ تا ۱۰ برابر آب خام است. درصد بازیافت آب دریا حدود ۳۰ تا ۶۰ درصد است که ۴۰ تا ۷۰ درصد آب خام به پس آبی تبدیل می شود که غلظت املاح آن ۱/۵ تا ۲/۵ برابر آب دریاست. جدول ۹ کیفیت پس آب تولیدی در انواع فرایندهای نمک زدایی را نشان می دهد.

باید توجه کرد که نمی توان اثرهای محیط زیستی تأسیسات نمک زدایی را به صورت فراگیر

مطرح کرد، زیرا؛ هر پروژه‌یی با توجه به شرایط بهره‌برداری و محیط فیزیکی استقرار تأسیسات آن اثراتی ویژه دارد اما به طور کلی اثرهای محیط زیستی پس‌آب تأسیسات غشادار خیلی کم‌تر از تأسیسات حرارتی هستند.

در تخلیه هر نوع ترکیب شیمیایی به همراه پس‌آب نمک‌زدایی، اثرهای تخلیه بلندمدت حتی در شرایط تخلیه در دریا اهمیتی بالا دارد.

توجه! فاضلاب تأسیسات نمک‌زدایی ممکن است در شبکه جمع‌آوری فاضلاب تخلیه شود.

هنگام تخلیه پس‌آب در دریا، اغلب پس‌آب تأسیسات نمک‌زدایی از آب‌های لب‌شور، غلظت املاح‌شان کم‌تر از آب دریاست اما ممکن است در آن عنصرهای کم‌یاب و سمی مانند: «آرسنیک» و «سلنیوم» در غلظت بیش‌تر از آب دریا وجود داشته باشد. در این شرایط حتی ممکن است کمبود یا غلظت پایین بعضی از یون‌ها روی تعادل شیمیایی آب دریا اثر منفی بگذارد و نوعی مسمومیت ایجاد کند.

جدول ۹: ویژگی های پس آب به دست آمده از عملیات نمک زدایی

غلظت نهایی نسبت به آب خام	اختلاط پس آب	دمای پس آب (سلسیوس)	درصد باز یافت	کیفیت آب خام	فرایند
۶/۷ - ۲/۵	ممکن است اما معمول نیست	حدود محیط	۶۰ - ۸۵	لب شور	اسمز معکوس
۱/۴ - ۲/۵	متعارف نیست	حدود محیط	۶۰ - ۳۰	آب شور (دریا)	اسمز معکوس
کمتر از ۱/۴	تخلیه با آب خنک کننده	۵/۵ - ۱۵/۵ بیش از محیط	۳۰	آب شور	تبخیر ناگهانی چند مرحله ای
کمتر از ۱/۴	تخلیه با آب خنک کننده	۵/۵ - ۱۵/۵ بیش از محیط	۲۰	آب شور	تقطیر چند مرحله ای

در خصوص تخلیه پس آب تأسیسات نمک زدایی از آب های لب شور که در سرزمین های داخلی و به دور از دریا قرار دارند، توجهی بیش تر لازم است. با توجه به اینکه درصد بازیافت این نوع تأسیسات نسبت به بازیافت آب دریا خیلی بیش تر و حدود ۵۰ تا ۹۰ درصد است، بنابراین حجم پس آب آن ها خیلی کم تر است. همچنین به دلیل اینکه مجموع املاح آب های لب شور کم تر از آب دریاست، غلظت املاح پس آب ها هم خیلی کم تر از پس آب نمک زدهای آب دریاست، حتی با توجه به امتیاز بالا، دفع پس آب این تأسیسات با معیارهای اقتصادی و زیست محیطی چالش برانگیز بوده، تا حدی که همیشه گزینه فراوری و بازیافت ترکیبات آن مطرح است.

تأثیرات تخلیه پس آب تأسیسات نمک زدایی از آب لب شور به منبع های آب های سطحی خیلی بیش تر از تخلیه این پس آب به آب دریاست و اگر غلظت املاح آب دریافت کننده خیلی تغییر کند، رشد موجودهای مقاوم به املاح محلول آب، تغییرهای بوم شناختی محیط آبی را به دنبال دارند. پس؛ برای این منظور (تخلیه پس آب تأسیسات نمک زدایی از آب های شور

به زمین‌های پایین دست یا محیط‌های آبی) مطالعات مفصل و جامع زیست‌محیطی لازم است.

در حومه شهرها؛ آلودگی هوا، همچون؛ گردوغبار ناشی از وجود کارخانه‌ها یا خودروهای دودزا و مانند این‌ها، نه تنها از نظر تأثیر بد روی خود گیاهان بلکه از نظر نشستن روی گلخانه‌ها کاهش تابش ورودی را به داخل آن‌ها و نیز صدمه‌زدن به پوشش گلخانه‌ها در پی دارد. در نتیجه؛ جانمایی ساخت گلخانه‌ها به اندازه کافی از صنایع آلاینده مانند: کارخانه‌های سیمان، انبارهای شیمیایی، مخزن‌های نفتی، زباله‌دانی‌ها و ... باید دور باشد (شکل‌های ۵۶، ۵۷ و ۵۸).

همچنین دیگر فعالیت‌های کشاورزی و دامی مانند: کشت سبزی‌ها در فضای باز، گاوداری‌ها، مرغداری‌ها و سالن‌های پرورش قارچ‌های خوراکی، در حومه شهرها، ممکن است بروز بیماری‌هایی یا ورود حشره‌های مضر را در محیط‌های گلخانه‌یی به دنبال داشته باشد. به همین دلیل رعایت حریم لازم برای این موارد نیز، توصیه شده‌اند.

توجه! حداقل فاصله محدوده گلخانه‌ها و تأسیسات گلخانه‌یی از عوارض طبیعی و مصنوعی (رودخانه‌ها، دریاها، جاده‌ها و ...)، سایر فعالیت‌های کشاورزی و دامی (دامداری‌ها، مرغداری‌ها و ...) و نیز صنایع آلاینده (کارخانه‌های سیمان، کارخانه‌های تولید آسفالت، کارخانه‌های سنگ‌بری و ...) به شرح جدول ۱۰ توصیه می‌شود.

به‌طور اصولی، فاصله گلخانه‌ها با کارخانه سیمان، کارخانه گچ، کارخانه سنگ‌شکن، کارخانه آسفالت، کارخانه پودر سنگ و همه واحدهایی که گردو خاک زیاد تولید می‌کنند، حداقل ۲ کیلومتر باید رعایت شود و برای اطمینان، لازم است تا استعلام و هماهنگی لازم با واحد سازمانی حفاظت محیط زیست منطقه انجام پذیرد. همچنین گلخانه‌ها، در این گونه موردها، در مسیر جهت وزش باد غالب منطقه که از طرف واحدهای فوق می‌وزند، نباید قرار گیرند.

جدول ۱۰: حداقل حریم لازم برای گلخانه‌ها از رخدادهای طبیعی و مصنوعی و ناآلاینده

مآخذ	حریم لازم (m)	نوع رخداد	دسته بندی رخداد
Learmonth et al., 2007	۲۰۰	- محدوده‌های شهری	مسکونی
Learmonth et al., 2007	۱۰۰	- خانه‌های روستایی	
Learmonth et al., 2007	۲۰۰	- منطقه‌های گردشگری	صنعتی
Cox, 2005 EPA, 2005	۳۰۰	- شهرک‌های صنعتی	

ادامه جدول ۱۰: حداقل حریم لازم برای گلخانه‌ها از رخدادهای طبیعی و مصنوعی و صنایع آلاینده و ناآلاینده

دسته بندی رخداد	نوع رخداد	حریم لازم (m)	مأخذ
دسته بندی رخداد	<ul style="list-style-type: none"> - رودخانه‌ها - مسیل‌ها - تالاب‌ها 	۵۰	Learmonth et al., 2007
		۲۰۰	Learmonth et al., 2007
دسته بندی رخداد	<ul style="list-style-type: none"> - جاده‌های اصلی 	۵۰	Learmonth et al., 2007
		۵۰	Learmonth et al., 2007 ADOH, 2012

- دام‌داری‌ها
- مرغ‌داری‌ها
- سالن‌های پرورش قارچ خوراکی

فعالیت‌های کشاورزی و دامی

ادامه جدول ۱۰: حداقل حریم لازم برای گلخانه‌ها از رخدادهای طبیعی و مصنوعی و صنایع آلاینده و ناآلاینده

مأخذ	حریم لازم (m)	نوع رخداد	دسته بندی رخداد
EPA, 2005 Cox, 2005 EPA, 2012	۲۰۰۰	<ul style="list-style-type: none"> - کارخانه های سیمان - کارخانه های گچ - کارگاه های سنگ شکنی - کارگاه های سنگ بری - کارخانه های پودر سنگ - کارخانه های آسفالت - پالایشگاه ها 	صنایع آلاینده



شکل ۵۶: نمونه‌یی از آلاینده‌گی‌های محیط زیستی کارخانه‌های
سیمان



شکل ۵۷: نمونه‌یی از آلاینده‌گی‌های محیط زیستی صنایع



شکل ۵۸: نمونه‌یی از آلاینده‌گی‌های صنایع نفتی در محیط زیست

روش تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه برتر

امروزه، علم تصمیم‌گیری به سرعت دارد رشد می‌کند و توسعه می‌یابد. تصمیم‌گیری فرایند انتخاب بهترین گزینه از میان گزینه‌های متعدد موجود است. تصمیم‌گیری برای انجام بهترین عمل ممکن، براساس یک یا چند معیار می‌تواند انجام شود. بسیاری از تصمیم‌ها دارای معیارهای گوناگون کمی و کیفی‌اند که این معیارها در برخی موقع‌ها با هم اختلاف دارند.

این گونه تصمیم‌گیری‌ها را تصمیم‌گیری چندمعیاره^۱ می‌نامند. در تصمیم‌گیری چندمعیاره، انتخاب گزینه برتر با مد نظر قرار دادن چند معیار انجام می‌شود. این معیارها می‌توانند کمی یا کیفی و مثبت یا منفی باشند.

در تصمیم‌گیری، واقعیت‌های اثرگذار بر گزینه‌ها اهمیت دارند. برای مثل در مورد یک فعالیت کشاورزی در شرایط مزرعه، ویژگی‌های گیاه، میزان دسترسی به کمیّت و کیفیت آب، سطح نبودن سطح مزرعه، خصوصیات خاک، نیروی کارگری و ... مؤثراند. واضح است که برخی از این پارامترها (تعیین‌کننده‌ها) کمی و برخی دیگر، کیفی‌اند.

کمی کردن معیارهای ارزیابی یک مسئله مهم است. چون عامل‌هایی از جمله؛ علاقه کشاورزان، افزایش درآمد خالص، کاهش هزینه‌های تولیدهای کشاورزی، بهبود وضعیت کیفی خاک، بهبود به کارگیری منابع انسانی و ماشینی و نیز بهینه‌سازی مصرف آب، مورد توجه باید قرار گیرند. به بیان دیگر، پارامترهای تصمیم‌گیری مناسب باید به کار گرفته شوند و روش کار مناسب انتخاب شود تا شرط سازگاری فرایند

1- Multi criteria decision making.

تصمیم گیری در تمامی این مرحله‌ها حفظ شود. اکنون، مهم ترین دغدغه این است که کدام یک از عامل‌ها بر دیگری برتری دارد تا در فرایند تصمیم گیری به آن اهمیت لازم داده شود.

امروزه، روش‌های گوناگون برای مسئله‌هایی که به تصمیم گیری‌های چندمعیاره نیاز دارند، به کار برده می‌شوند. فرایند «تحلیل سلسله مراتبی»^۱ یکی از این روش‌هاست. این روش به عنوان یک ابزار کارآمد در انتخاب نوع فعالیت‌های کشاورزی، منابع طبیعی، منابع آب، مدیریت شهری و ... بیان می‌شود. این امر به دلیل سادگی و قدرت این روش در تحلیل مسئله‌هایی از این دسته است. در طول فرایند تصمیم گیری چند معیاره به وسیله روش‌های گوناگون، ممکن است پاسخ‌هایی چندگانه در رابطه با رتبه بندی گزینه‌ها به دست آید. هرچه در پارامترهای ورودی فرایند تصمیم گیری بیش تر دقت شود و به واقعیت و ماهیت فعالیت نزدیک تر باشند، می‌توان انتظار داشت که پاسخ‌های الگوهای گوناگون به هم نزدیک تر باشند و در نهایت نیز با اعمال نظر، انتخاب نهایی را می‌توان انجام داد.

1- Analytical hierarchy process (AHP).

در تحقیقی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، به انتخاب بهترین و کارآمدترین سیستم آبیاری برای سه منطقه در دشت قزوین با سه الگوی کشت: گندم، چغندر قند و انگور پرداختند. ایشان در این تحقیق از ۱۵ عامل مؤثر بر انتخاب سیستم‌های آبیاری از جمله؛ شیب زمین، وضعیت ناهمواری‌ها، مهارت کارگران، نوع کشت، هزینه‌های سیستم آبیاری، کیفیت و کمیت آب، سرعت باد و نفوذپذیری خاک استفاده کردند. آنان با مقایسه نتیجه‌های به دست آمده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی با دیگر روش‌های موجود و دیدگاه‌های کارشناسی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی را به عنوان ابزاری مفید و کارآمد در انتخاب بهترین سیستم آبیاری برای مزرعه‌ها و باغ‌ها معرفی کردند.

برای انتخاب بهترین سیستم آبیاری تحت فشار برای دشت دهگلان استان کردستان، از فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده کردند. ایشان با در نظر گرفتن عامل‌های فیزیکی از جمله کیفیت و کمیت آب، خاک، توپوگرافی و اقلیم منطقه و عامل‌های اقتصادی-اجتماعی اثرگذار بر کشاورزی منطقه که

شامل: نوع محصول، نیروی کار، هزینه‌های اجرا و نگه‌داری سیستم، پی‌آمدهای مصنوعی و مسایل فرهنگی است، به ترتیب اولویت، دستگاه‌های آبیاری کلاسیک ثابت با آب‌پاش متحرک، قطره‌یی، ویل موو، عقربه‌یی و خطی را برای این دشت پیشنهاد کرده‌اند.

با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، منطقه‌های آماده برای آبیاری قطره‌یی را در استان خراسان جنوبی تعیین کردند. شرایط اقلیمی، کیفیت و کمیت منابع‌های آب زیرزمینی، وضعیت توپوگرافی و ویژگی‌های خاک منطقه معیارهای این ارزیابی بودند. بر اساس نتیجه‌های این مطالعه، در حدود ۵۰٪ زمین‌های استان خراسان جنوبی، که ۲۴ دشت را دربرمی‌گیرد، اجرای سیستم آبیاری قطره‌یی امکان‌پذیر است و در ۵۰٪ باقیمانده هم، بجز ۹ دشت، از سیستم آبیاری قطره‌یی با انجام تدبیرهایی می‌توان بهره‌جست.

از دیگر کاربردهای تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاری شامل: استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای برنامه‌ریزی‌های شهری و منطقه‌یی،

برای مکان‌یابی جای مناسب دفن زباله‌های شهری، تعیین گزینه مناسب نمک‌زدایی از آب‌های لب‌شور، تعیین الگوی کشت مناسب در شبکه‌های آبیاری، انتخاب بهترین مکان برای خرید منزل، انتخاب بهترین فرایند برای تصفیه فاضلاب شهری، تعیین تناسب زمین‌ها برای کشت گندم آبی و نیز سنجش توانایی زمین‌های استان‌های کشور برای کشت کلزا است.

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین قسمت‌های هر مسئله در معیارهای چندگانه، تخمین درست مقادرهاست. با وجود این‌که اطلاعات کیفی در مورد اهمیت معیارها را می‌توان به دست آورد اما تبدیل آن‌ها به مقدارهای عددی، مشکل‌هایی دارد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یک جهت‌گیری مؤثر برای کشف وزن و اهمیت نسبی معیارهاست. فرایند تحلیل سلسله مراتبی که به وسیله ساعتی^۱ (۱۹۸۰) معرفی شده، روشی برای تصمیم‌گیری

1- Saaty.

است که بسیار پذیرش دارد و از آن در تعیین اهمیت نسبی معیارها در مسایل تصمیم گیری ویژه استفاده می شود. در این روش، با تهیه ماتریس مقایسه و استفاده از مقیاس کلامی، تصمیم گیران دیدگاه‌های خود را به صورت کمی می توانند بیان کنند.

روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی جزء روش‌های ارزیابی چند معیاری است که در این بررسی برای تحلیل و متوازن کردن عامل‌ها و معیارهای مؤثر در انتخاب گزینه برتر از بین گزینه‌های موجود، استفاده می شود. از جمله مزیت‌ها و ویژگی‌های این روش عبارت‌اند از:

- ◀ سادگی،
- ◀ انعطاف پذیری،
- ◀ سازماندهی سلسله مراتبی عنصرها از جمله؛ هدف‌ها، معیارها و گزینه‌های احتمالی یک مجموعه،
- ◀ امکان استفاده از معیارهای کمی و کیفی،
- ◀ امکان کنترل سازگاری ماتریس مقایسه‌های دوجه‌دو،

◀ تعیین اولویت ها،

◀ امکان رتبه بندی نهایی گزینه ها،

◀ امکان به کارگیری نظرهای گروهی (قضاوت

گروهی) اشاره کرد.

چهار اصل زیر به عنوان اصل های فرایند تحلیل سلسله مراتبی بیان شده و همه محاسبات، قوانین و مقررات بر مبنای این اصل ها قرار گرفته است. این اصل ها عبارت اند از:

۱- شرط معکوسی: اگر ترجیح عنصر A بر

عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر $\frac{1}{n}$ خواهد بود.

۲- شرط همگنی: عنصر A با عنصر B باید همگن

و قیاس پذیر باشند. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی تواند بی نهایت و یا صفر باشد.

۳- شرط وابستگی: هر عنصر سلسله مراتبی

به عنصر سطح بالاتر خود می تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می تواند ادامه داشته باشد.

۴- شرط انتظارها: هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد، چرخه ارزیابی دوباره باید انجام گیرد.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی با «شناسایی» و «اولویت بندی عنصرهای تصمیم گیری» شروع می شود. این عنصرهای تصمیم گیری، شامل: هدفها، معیارها و گزینه های احتمالی اند که در اولویت بندی به کار می روند. فرایند شناسایی عنصرها و تعیین شیوه ارتباط بین آنها که یک ساختار سلسله مراتبی را به وجود می آورد، ساختن سلسله مرتبه ها نامیده می شود. بنابراین؛ نخستین گام در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از موضوع مورد بررسی است که در آن هدفها، معیارها، گزینه ها و ارتباط بین آنها نشان داده می شود.

روند بهینه سازی این روش به کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی انجام شده است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی از دیگر روش های موجود از جمله روش آنالیز تصمیم گیری چندمعیاره فازی^۱،

دقیق تر است. چون از تمامی معیارهای مختلف مؤثر در موضوع مورد بررسی، استفاده می شود و این امر بالاتر رفتن دقت این روش را بالاتر می برد. به همین دلیل، در این راهنما، از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای شبیه سازی واقعی فرایند تصمیم گیری با در نظر گرفتن همه عامل های مؤثر در موضوع مورد بررسی، استفاده شده است.

در نتیجه؛ انتظار می رود تا با انتخاب درست عامل های اثرگذار و ضریب وزنی آن ها، نتیجه های به دست آمده صد درصد دقیق و قطعی باشند، زیرا؛ تحلیل سلسله مراتبی، انتخاب گر را به در نظر گرفتن همه عامل های مؤثر، با مشاهده هم زمان نمودارهای مختلف و مقایسه دو به دو المان های تصمیم گیری توانمندی سازد.

انتخاب بهترین مکان ممکن برای ساخت گلخانه یا تعیین بهترین مکان برای ایجاد شهرک یا مجتمع های گلخانه یی، یکی از مسایل تصمیم گیری چند معیاره است. این فرایند، به طور معمول، تحت تأثیر دو دسته عامل هاست:

(۱) عامل‌های فیزیکی مانند: تناسب اقلیمی، وضعیت آب، وضعیت خاک، توپوگرافی، وضعیت هیدرولوژیکی منطقه و

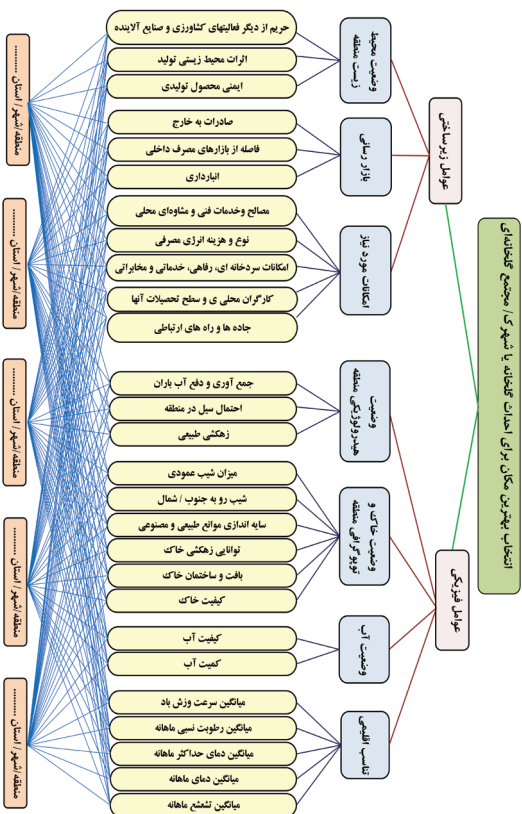
(۲) عامل‌های زیرساختی مانند: امکانات مورد نیاز موجود، بازار رسانی، وضعیت محیط زیست منطقه و

ساخت درخت سلسله مراتبی

نخستین گام در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی مناسب است. این سلسله مراتب چهار سطح: هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های ممکن را باید داشته باشد. تبدیل موضوع یا مسئله مورد بررسی به یک ساختار سلسله مراتبی، مهم‌ترین قسمت فرایند تحلیل سلسله مراتبی است، زیرا؛ در این قسمت مسایل پیچیده و مشکل از طریق تجزیه آن‌ها به عنصرهای جزئی که به صورت سلسله مراتبی به هم مرتبط‌اند و ارتباط هدف اصلی مسئله با پایین‌ترین سطح سلسله مراتبی مشخص است، به شکلی ساده‌تر در می‌آید.

در شکل ۵۹ نمونه‌یی از درخت سلسله مراتبی پیشنهاد شده برای انتخاب بهترین مکان در یک منطقه، شهر یا استان، برای ساخت گلخانه یا تعیین بهترین محل برای ایجاد شهرک و مجتمع‌های گلخانه‌یی ارائه شده است.

شکل ۵۹: درخت سلسله مراتبی پیشنهادی برای انتخاب بهترین جاذبایی ساخت یک گلخانه



تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها

برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها، آن‌ها دوبه‌دو با هم مقایسه می‌شوند. مبنای قضاوت در این امر مقایسه‌ی جدول نه کمیتی است که براساس آن و با توجه به هدف مورد بررسی، شدت برتری معیار i نسبت به معیار j ، (aij) ، برابر جدول ۱۱، تعیین می‌شود. البته ضریب‌های اهمیت، با توجه به ترجیح‌های کارشناسی، برای منطقه‌های گوناگون می‌توانند تفاوت داشته باشند، بنابراین؛ بهره‌گیری از دیدگاه‌های خبره‌های محلی در قضاوت شفاهی امری ضروری است.

جدول ۱۱: مقیاس کمی ارائه شده برای مقایسه جفتی معیارهای تصمیم‌گیری

امتیاز	ترجیح‌ها (قضاوت شفاهی)	ردیف
۱	اهمیت برابر	۱
۳	اهمیت اندکی بیش‌تر	۲
۵	اهمیت بیش‌تر	۳
۷	اهمیت خیلی بیش‌تر	۴
۹	اهمیت مطلق	۵
۲، ۴، ۶ و ۸	ترجیح‌های بین فاصله‌های بالا	۶

برای محاسبه ضریب اهمیت معیارها، چهار روش عمده:

(۱) روش حداقل مربعات،

(۲) روش حداقل مربعات لگاریتمی،

(۳) روش بردار ویژه،

(۴) روش های تقریبی وجود دارند.

از بین این روش‌ها، روش بردار ویژه، بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد اما اگر ماتریس مقایسه‌ها بُعدهایی بزرگ‌تر داشته باشد، محاسبه مقدارها و بردارهای ویژه طولانی و وقت‌گیر خواهند بود، مگر این‌که از نرم‌افزارهای کامپیوتری برای حل آن کمک گرفته شود. به همین دلیل چهار روش تقریبی: (۱) مجموع سطری، (۲) مجموع ستونی، (۳) میانگین حسابی و (۴) میانگین هندسی را برای این محاسبات ارائه کرده است.

روش میانگین هندسی به دلیل دقت بیش‌تر آن استفاده می‌شود. در این روش برای محاسبه ضریب اهمیت معیارها، ابتدا میانگین هندسی ردیف‌های ماتریس مقایسه‌ها را به دست آورده و سپس آن‌ها را نرمال می‌کنند. ضریب اهمیت معیارها

از نرمالیزه کردن این عددها یعنی: از تقسیم هر عدد به سر جمع آن‌ها به دست می‌آید. مجموع ضریب‌های اهمیت معیارهای معادل واحد (یک) است و این نشان‌دهنده نسبی بودن اهمیت معیارهاست. همچنین برای به دست آوردن ضریب اهمیت زیرمعیارها، ماتریس مقایسه دوجه‌دویی معیارها برای زیر معیارها تشکیل می‌شود.

تعیین ضریب اهمیت گزینه‌ها

پس از تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها، ضریب اهمیت گزینه‌ها را باید تعیین کرد. در این مرحله، ارجحیت هر یک از گزینه‌ها در ارتباط با هر یک از زیرمعیارها، و اگر معیاری زیرمعیار نداشته باشد، بی‌واسطه با خود آن معیار داوری می‌شود. مبنای این قضاوت هم، همان جدول نه کمیّتی است، با این تفاوت که در مقایسه گزینه‌ها در ارتباط با هر یک از زیرمعیارها یا معیارها برحسب مورد بحث «کدام گزینه مهم‌تر است؟» مطرح نیست، بلکه کدام گزینه «ارجح است؟» و «چقدر؟» مطرح‌اند. در مقایسه گزینه‌ها پرسش به این ترتیب مطرح

می شود که گزینه i در ارتباط با زیرمعیار X چقدر بر گزینه j ارجحیت دارد؟

تعیین امتیاز نهایی گزینه ها

تا این مرحله، ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها در ارتباط با هدف مطالعه و نیز ضریبهای اهمیت گزینه ها در ارتباط با هر یک از معیارها و زیرمعیارها تعیین شده است. در این مرحله، از ترکیب ضریبهای اهمیت گفته شده، امتیاز نهایی هر یک از گزینه ها تعیین می شود. برای این کار از اصل ترکیب سلسله مراتبی که به یک بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت ها در تمامی سطح های سلسله مراتبی می انجامد، به صورت زیر استفاده می شود:

$$j \text{ (اولویت) گزینه } = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m W_k W_i (g_{ij}) \quad (5)$$

که در آن :

W_k : ضریب اهمیت معیار k ,

W_i : ضریب اهمیت زیرمعیار i ,

و g_{ij} : امتیاز گزینه j در رابطه با زیرمعیار i است.

بررسی سازگاری در قضاوت ها

یکی از ویژگی های روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی، امکان بررسی سازگاری در قضاوت های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارهاست. به بیان دیگر؛ در تشکیل ماتریس مقایسه دوجه دویی معیارها، چقدر سازگاری در قضاوت ها رعایت شده است؟ وقتی اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر تخمین زده شود، احتمال ناهماهنگی در قضاوت ها وجود دارد. یعنی: اگر A_i از A_j مهم تر و A_k از A_j مهم تر، پس؛ A_i از A_k مهم تر باید بوده باشد.

مکانیزمی که برای بررسی و تحلیل ناسازگاری احتمالی در قضاوت ها در نظر گرفته و پیشنهاد کرده است، محاسبه ضریبی به نام ضریب یا نرخ ناسازگاری (CR) است که از تقسیم شاخص سازگاری (CI) بر شاخص تصادفی بودن (RI) به صورت زیر حاصل می شود:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (۶)$$

چنانچه این ضریب کوچک تر یا مساوی ۰/۱ باشد، فرضیه سازگاری در قضاوت ها مورد قبول است وگرنه در قضاوت ها تجدیدنظر باید کرد. به عبارت دیگر؛ ماتریس مقایسه دوجه دویی معیارها دوباره باید تشکیل و محاسبه ها نیز تکرار شوند. شاخص ناسازگاری نیز از رابطه زیر می تواند محاسبه شود:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

که در آن؛

λ_{\max} : مقدار ویژه ماکزیمم،

و n : معیارهایند.

شاخص تصادفی بودن (RI) نیز با توجه به معیارها (n)، از جدول ۱۲ استخراج می شود.

جدول ۱۲: مقدارهای شاخص تصادفی بودن براساس معیارها

۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	n
۱/۴۱	۱/۳۲	۱/۲۴	۱/۱۲	۰/۹۰	۰/۵۸	۰	RI
۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	n
۱/۵۹	۱/۵۷	۱/۵۶	۱/۵۳	۱/۵۱	۱/۴۹	۱/۴۵	RI

توضیح! در روش میانگین هندسی که یک روش تقریبی است، به جای محاسبه مقدار ویژه ماکزیمم (λ_{\max})، از شاخص L به شرح زیر استفاده می شود:

$$L = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{AW_i}{W_i} \right) \right] \quad (۸)$$

که در آن؛

AW_i : برداری است که از ضرب ماتریس مقایسه دوجه دویی معیارها در بردار W_i (بردار وزن یا ضریب اهمیت معیارها) به دست می آید.

نتیجه گیری و توصیه های کاربردی

با نگاهی گذرا به آن چه شرح داده شد، می توان بیان کرد که ساخت یک گلخانه یا یک مجموعه گلخانه یی از جمله شهرک یا مجتمع، به بررسی های گوناگون و دقیق از جنبه های مختلف فیزیکی، فنی و زیرساختی نیاز دارد و با توجه به شرایط موجود و استفاده از یک روش درست به یک طرح مناسب و شایسته هدف پیش بینی شده می توان دست پیدا کرد.

به طور کل، فرایند مربوط به ساخت نظام مند (سیستماتیک) و علمی گلخانه ها را به صورت زیر می توان دسته بندی و خلاصه کرد:

- ۱- جمع آوری اطلاعات پایه یی ضروری و دقیق،
- ۲- انجام مطالعات مکان یابی لازم (تعیین تناسب اقلیمی و ...)،
- ۳- تعیین دقیق نیازهای پروژه،
- ۴- تعیین تیپ های گلخانه یی مناسب منطقه،
- ۵- طراحی و انجام محاسبه های فنی گلخانه یی،

۶- تهیه طرح نهایی و ارائه نقشه‌های فنی و اجرایی مورد نیاز.

منابع

- ۱- آقاشریعتمداری، زهرا، علی خلیلی، پرویز ایران‌نژاد و عبدالمجید لیاقت. ۱۳۹۰. واسنجی و تغییرات سالانه ضرایب رابطه انگستروم-پرسکات (a) و (b) در مقیاس‌های زمانی مختلف. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۴۴، صص ۹۰۵-۹۱۱.
- ۲- امامی‌فر، سعید، علی‌اکبر نوروزی، سجاد سیدی‌حسینی و آذین کریمزاد انزابی. ۱۳۹۲. ارزیابی مدل درختی M5 و دو مدل تجربی مبتنی بر دمای هوا برای برآورد تابش خورشیدی با استفاده از LST در یک اقلیم نیمه خشک. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال سوم، شماره اول، صص ۷۵-۸۶.
- ۳- بی‌نام. ۱۳۸۷. مبانی و ضوابط توسعه گلخانه‌ها. مبانی و ضوابط طراحی. نشریه شماره ۴۷۴. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور. ۱۳۳ صفحه.
- ۴- بی‌نام. ۱۳۹۵. آمار گلخانه‌های کشور. دفتر امور گلخانه‌ها، گیاهان دارویی و قارچ معاونت امور

باغبانی وزارت جهاد کشاورزی.

۵- بی‌نام. ۱۳۹۱. مبانی و ضوابط توسعه گلخانه‌ها. نظام گلخانه‌ی، پرورش قارچ خوراکی و کمپوست کشور. نشریه شماره ۴۷۲. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور. ۱۴۳ صفحه.

۶- جلیزآوری، محمد، فریده عظیمی و علیرضا شکیبا. ۱۳۹۰. تهیه نقشه اقلیمی استان خوزستان با استفاده از GIS. مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک سازمان نقشه‌برداری کشور. تهران. ص ۱۵-۱۰.

۷- حاتمی بیگلو، خداکرم، رامین مستمند و کرامت‌الله زارع. ۱۳۹۰. پهنه‌بندی اقلیمی استان فارس. مجله آموزش جغرافیا، جلد ۲۵، شماره ۴، صص ۴۶-۵۱.

۸- حسن اقلی، علی‌رضا و قاسم زارعی. ۱۳۹۳. بررسی روش‌های کاربردی دفع پس‌آب حاصل از دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن مورد استفاده در کشت‌های گلخانه‌ی. گزارش پژوهشی شماره ۴۶۰۵۲ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۱۲۷ صفحه.

۹- حسن دخت، محمدرضا. ۱۳۸۴. مدیریت گلخانه (تکنولوژی تولید محصولات گلخانه‌یی). انتشارات مرز دانش. ۳۲۰ صفحه.

۱۰- خان احمدی، مرتضی و مسعود فرزام‌نیا. ۱۳۹۵. طراحی آب شیرین‌کن مناسب برای گلخانه مجهز به تأسیسات مدیریت پس‌آب. گزارش پژوهشی شماره ۴۹۸۵۰ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۵۴ صفحه.

۱۱- خلیلی، علی و حسن رضایی‌صدر. ۱۳۷۶. برآورد تابش کلی خورشید در گستره ایران بر مبنای داده‌های اقلیمی. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۴، صص ۱۵-۳۵.

۱۲- رمزی، راضیه، عباس خاشعی‌سیوکی و علی شهیدی. ۱۳۹۳. تعیین مناطق مستعد آبیاری قطره‌یی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در استان خراسان جنوبی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. سال هجدهم، شماره ۶۹. صص ۲۲۷-۲۳۵.

۱۳- زارعی، قاسم، داوود مومنی و فرحناز سهراب.

۱۳۹۵. چشم انداز توسعه کشت های گلخانه یی در ایران. مجموعه مقالات چهارمین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه یی. ۱۷-۱۵ شهر یور ۱۳۹۵. دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان. ص ص ۱۹-۱۲.

۱۴- _____ ، حسین دهقانی سانجی، ولی اله بنی عامری، ماهیار عابدی، مجید بصیرت، رضا فامیل مؤمن، علی محمد جعفری، کیهان شرافتی، علی اصغر پالوچ، محمدمهدی نخجوانی مقدم و نادر حیدری. ۱۳۸۷. برنامه راهبردی تحقیقات گلخانه، گزارش شماره ۸۷/۶۵۸ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ص ۴۸۸.

۱۵- _____ ، آذرخش عزیز، محمدعلی شاهرخ نیا و مرتضی پوزش شیرازی. ۱۳۹۴. تعیین معیارهای طراحی بهینه سازه های گلخانه یی برای مناطق گرمسیر کشور. گزارش پژوهشی شماره ۴۸۶۰۰ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۱۹۷ صفحه.

۱۶- زبردست، اسفندیار. ۱۳۸۰. کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه یی، مجله هنرهای زیبا، شماره ۱۰، ص ص ۱۳-۲۱.

۱۷- سمیعی، مسعود، محمدسجاد اردیبهشت و نورالله نظری. ۱۳۹۲. ارزیابی ۱۷ روش محاسبه تابش خالص خورشیدی (Rn) برآورد تبخیر و تعرق در ایستگاه سینوپتیک زرقان. مجموعه مقالات دوازدهمین همایش ملی آبیاری و کاهش تبخیر. ۵-۶ شهریور ۱۳۹۲. دانشگاه شهید باهنر کرمان. صص ۵-۱۲.

۱۸- سبحانی، بهروز و کامل آزمون. ۱۳۹۵. سنجش قابلیت اراضی استان آذربایجان غربی برای کشت کزرا براساس روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۶، شماره ۲/۲، صص ۲۷-۴۱.

۱۹- سیدجلالی، سیدعلی‌رضا، فریدون سرمردیان و مهدی شرفاء. ۱۳۹۵. ارزیابی تناسب اراضی به روش‌های شبیه‌سازی فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای گندم آبی. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۳۰، شماره ۲، صص ۱۴۹-۱۵۹.

۲۰- شاهین رخسار، پریسا. ۱۳۸۹. اصول سرمایه‌گذاری در گلخانه‌ها. نشریه فنی، شماره ۳۶. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۲۷ صفحه.

۲۱- شرافتی، کیهان، حمیدرضا گازر و بهنام پاد.

۱۳۸۸، بررسی شاخص های کارآیی مصرف انرژی در تولید خیار گلخانه های غالب استان تهران، گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ۸۷/۶۷۵.. ۵۸ صفحه.

۲۲- صادقی، صادق و جواد وروانی. ۱۳۹۳. مکان یابی برای توسعه مجتمع های گلخانه یی در پهنه استان مرکزی به روش سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). مجموعه مقالات سومین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه یی. ص ص ۱۵۰-۱۵۳.

۲۳- صادقی، صادق ، سیدنجم الدین مرتضوی و قاسم زارعی. ۱۳۹۲. ارزیابی آب مصرفی و راندمان سیستم سرمایش فن و پد گلخانه یی در منطقه محلات. مجله علوم و فنون کشت های گلخانه یی، سال ۴، شماره ۱۶، ص ص ۱-۱۳.

۲۴- طالبی، امیرحسن. ۱۳۹۵. ارائه راه کار جهت انتخاب بهترین فرایند تصفیه فاضل آب شهری با استفاده از مدل AHP ؛ مطالعه موردی: منطقه شمال غرب تبریز. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی اقتصاد آب. ۵-۶ مرداد ۱۳۹۵. مرکز همایش های بین المللی برج میلاد، تهران. ص ص ۳۵-۴۲.

۲۵- غفاری، احمد، علی اصغر منتظر و محمدعلی رحیمی جمنانی. ۱۳۸۸. تعیین الگوی کشت بهینه شبکه آبیاری ورامین با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی. دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زه‌کشی ایران: مدیریت آبیاری در ایران، چالش‌ها و چشم‌اندازها، صص ۲۰۷-۲۱۶.

۲۶- قاسمی، سیدعلی و شهناز دانش. ۱۳۹۱. کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی در تعیین گزینه بهینه نمک زدایی از آب‌های لب شور. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۶، شماره ۴، صص ۹۹۹-۱۰۰۹.

۲۷- قدسی پور، سیدحسن. ۱۳۹۲. فرایند تحلیل سلسله مراتبی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران. ۲۲۰ صفحه.

۲۸- قره داغی، محمدمهدی، عیسی معروف پور، خالد بابایی و مریم پاشازاده. ۱۳۹۰. کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در انتخاب سیستم‌های آبیاری تحت فشار؛ مطالعه موردی: دشت دهگلان استان کردستان. مجله علوم و مهندسی آبیاری (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۴، شماره ۲، صص ۹۵-۱۰۵.

۲۹- کج‌بافیان، حسین، نیما نصیریان و حیدر محمد قاسم نژادملکی. ۱۳۹۴. ارزیابی بهره‌وری انرژی و اقتصادی گلخانه‌های صیفی در استان خوزستان. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌یی، دوره ۶، شماره ۲۳، صص ۲۵-۳۶.

۳۰- گرامیم‌طلق، علی‌رضا و مهران شبانکاری. ۱۳۸۵. پهنه‌بندی اقلیمی استان بوشهر. مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان، جلد بیستم، شماره ۱. صص ۱۸۷-۲۱۰.

۳۱- محمدی، میثم، بابک سوری و خالد بابایی. ۱۳۸۹. مقایسه دو روش آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره فازی (FMCD) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری؛ مطالعه موردی: شهر قروه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی منابع طبیعی- محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان، ۱۲۰ صفحه.

۳۲- موسوی بایگی، محمد، بتول اشرف و آمنه میان‌آبادی. ۱۳۹۰. بررسی مدل‌های مختلف برآورد تابش خورشیدی به منظور معرفی مناسب‌ترین مدل

در یک اقلیم نیمه خشک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره ۴، صص ۸۳۶-۸۴۴.

33- ADOH (Australian Department of Health). 2012. Guidelines for Separation of Agricultural and Residential Land Uses: Establishment of Buffer Areas. Government of Western Australia. p 129.

34- Aldrich, R.A. and J.W. Bartok. 1994. Greenhouse engineering. NRAES-33. The Natural Resource, Agriculture and Engineering Service, NY, USA. p 218.

35- Ayala1, R., A. Becerral, L.F. Iribarne1, A. Bosch1 and J.R. Díaz. 1996. GIS System as a Decision Support Tool for Agricultural Planning in Arid Zones of Spain. University of Almeria, Spain. p 107.

36- Ayers, R.S. and D.W. Westcot. 1987. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper # 29 Rev. 1. FAO, Rome, Italy.p 174.

37- Baille, M., A. Baille and J.C. Laury. 1994. A simplified model for predicting evapotranspiration of nine ornamental species vs. climate factors and leaf area. Scientia Horticulturae 59: pp 217-232.

38- Bakker, R. 2004. Effect of greenhouse construction on future energy consumption in greenhouses. Rapport Landbouw Economisch Instituut LEI, No. 1.p99.06, 58. Bartok, J.W. 2001. Energy conservation for commercial Greenhouses. NRAES. Ithaca. NY.p 84.

39- Castilla, N. 2012. Greenhouse technology and management. CABI Press, P 374.

40- Castronuovo, D., V. Miccolis, V. Candido and C. Manera. 2008. A GIS Methodological Proposal to Evaluate Suitable Areas for Greenhouses Installation. Department of Crop Systems, Forestry and Environmental Sciences, University of Basilicata, Italy. p 121.

41- Cemek, B. 2005. Determination of indoor climate requirements of greenhouses in Samsun Provinces. Journal of Faculty of Agriculture, OMU 2005; 20: pp 34–43.

42- Cox, W. 2005. Guidance for the assessment of environmental factors, Separation distance between industrial and sensitive land user. Western Australia. p 91.

43- EPA (Environmental Protection Authority). 2005. Guidance for the Assessment of Environmental Factors: Separation Distances between Industrial and Sensitive Land Uses. No. 3. Western Australia. p 85.

44- EPA (Environmental Protection Authority). 2012. Recommended separation distances for industrial residual air emissions. Publication number 1506. Victoria, Carlton. p 135.

45- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1990. Protected cultivation in the mediterranean climate. FAO Plant Production and Protection Division, Paper 90. Rome, Italy. p 327.

46- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013. Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops: Princi-

ples for Mediterranean climate areas. Plant Production and Protection Division, Paper 217. Rome, Italy. p 640.

47- Hanan, J. 1998. Greenhouse advanced technology for protected horticulture. CRC Press LLC.p 684.

48- International Center for Biosaline Agriculture (ICBA). 2016. ICBA develops new net house design to save water and energy. A Magazine for the Environmental Center for Arab Towns 3: pp 44-46.

49- Jones, P.H. 2011. Site selection - Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook, Vol 2. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. P 35.

50- Kendirli, B., B. Cakmaka and Z. Gokalp. 2007. Analysis of climate factors for the development of greenhouses in Eastern Blacksea Region. Building and Environment 42: pp 4072-4078.

51- Kipp, J.009. Optimal climate regions in Mexico for greenhouse crop production. Wageningen UR Greenhouse Horticulture, Bleiswijk, The Netherlands. p 86.

52- Learmonth, R., R. Whitehead, B. Boyd and S. Fletcher. 2007. Living and working in rural areas. A handbook for managing land use conflict issues on the NSW North Coast. Southern Cross University. p 217.

53- Montazar, A. and S.M. Behbahani. 2007. Development of an optimized irrigation system selection model using analytical hierarchy process.

Biosystems Engineering, 98: pp155-165.

54- Prasad, S. and U. Kumar. 2005. Greenhouse management for horticultural crops. Agrobios Press, India. p 476.

55- Rivington, M., G. Bellocchi, K.B. Matthews and K. Buchan. 2005. Evaluation of three model estimations of solar radiation at 24 UK stations. Agricultural and Forest Meteorology 132: pp 228–243.

56- Saaty, T.L. 1980. The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, Inc., New York. p 107.

57- Saaty, T.L. 1990. Decision making for leaders. RWS Publications, USA. p 118.

58- Srdjevic, Z., B. Srdjevic, S. Potkonjak and T. Zoranovic. 2002. Allocation of land to agricultural crops in presence of irrigation and drainage: an approach based on the analytic hierarchy process. Melioration and Agriculture, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia and Montenegro: pp 222-239.

59- von Zabeltitz, C. 2011. Integrated greenhouse systems for mild climates: Climate conditions, design, construction, maintenance and climate control. Springer, p 363.

