



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
معاونت آموزش و ترویج

# آشنایی با گلخانه‌های کوچک مقیاس پایین‌تر از سطح زمین



مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

استان مرکزی

۱۴۰۱

نشریه ترویجی

۱۰۵۸



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
معاونت آموزش و ترویج

# آشنایی با گلخانه‌های کوچک مقیاس پایین‌تر از سطح زمین

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

سال ۱۴۰۱

عنوان و نام پدیدآور	آشنایی با گلخانه‌های کوچک مقیاس پایین تر از سطح زمین / نویسندگان مصطفی گودرزی... [و دیگران]؛ مدیر داخلی ویدا همتی؛ سرویراستار ترویجی نصیبه پورفاتح؛ تهیه شده در معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی.
مشخصات نشر	تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	۲۰ ص.
شابک	978-622-5956-34-6
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	نویسندگان مصطفی گودرزی، ابوالفضل هدایتی پور، صادق صادقی، جواد قدبیک‌لو.
موضوع	گلخانه‌ها -- ایران -- طراحی و ساخت Greenhouses -- Iran -- Design and construction
شناسه افزوده	گودرزی، مصطفی، ۱۳۶۲ -
شناسه افزوده	Goodarzi, Mustafa:
شناسه افزوده	همتی، ویدا، ۱۳۴۸ -
شناسه افزوده	پورفاتح، نصیبه، ۱۳۶۶ -
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی. دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره	SB۴۱۶:
رده بندی دیویی	۶۳۵/۹۸۲۳:
شماره کتابشناسی ملی	۹۰۰۱۵۰۰:
اطلاعات رکورد کتابشناسی	فیبا

ISBN: 978-622-5956-34-6

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۵۹۵۶-۳۴-۶



**عنوان:** آشنایی با گلخانه‌های کوچک مقیاس پایین تر از سطح زمین

**نویسندگان:** مصطفی گودرزی، ابوالفضل هدایتی پور، صادق صادقی، جواد قدبیک‌لو

**مدیر داخلی:** ویدا همتی

**سرویراستار ترویجی:** نصیبه پورفاتح

**تهیه شده در:** معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

**ناشر:** نشر آموزش کشاورزی

**صفحه آرا:** نرگس بهادر

**شمارگان:** محدود

**نوبت چاپ:** اول، ۱۴۰۱

**مسئولیت درستی مطالب با نویسندگان است.**

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی ۶۲۳۴۰ به تاریخ ۱۴۰۱/۰۷/۲۶ است.

نشانی: تهران، خیابان آزادی، بین نواب و رودکی، پلاک ۲۰۵، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی

تلفن: ۶۶۴۳۰۴۶۵ | تلفکس: ۶۶۴۳۰۴۶۴ | کد پستی: ۱۴۵۷۸۹۶۶۸۱

## مخاطبان

- ♦ گلخانه‌داران و علاقه‌مندان به احداث گلخانه
- ♦ کارشناسان و مروجان پهنه‌های تولیدی

## اهداف آموزشی

- ♦ شما پس از مطالعه این نشریه با نحوه عملکرد گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین، نحوه احداث گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین و مزایای گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین آشنا می‌شوید.





## فهرست

---

عنوان	صفحه
مقدمه	۹
نحوه‌ی عملکرد گلخانه پایین‌تر از سطح زمین	۱۰
احداث گلخانه پایین‌تر از سطح زمین	۱۲
مزایای گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین	۱۶
جمع‌بندی	۱۹

---



## مقدمه

گلخانه به‌عنوان یک فضای تحت کنترل برای کشت فشرده‌ی محصولات باغبانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بهره‌گیری از این سیستم در ایران باتوجه به افزایش جمعیت، کاهش روزافزون دسترسی به آب و نهاده‌های تولید و همچنین سیاست‌های کلان کشاورزی کشور، گریزناپذیر است. از طرفی تولید کشت محصولات گلخانه‌ای شامل انتخاب و احداث تیپ‌های گوناگون سازه‌های گلخانه‌ای و مدیریت تولید محصول است که یکی از تخصصی‌ترین زیرگروه‌های باغبانی محسوب می‌شود و نیازمند به‌کارگیری دانش و تخصص‌های فنی گوناگون در مراحل یادشده است. توسعه واحدهای کشت گلخانه‌ای از جمله راهکارهای مناسب برای تجاری و رقابتی شدن بخش کشاورزی و حضور فعال آن در بازارهای جهانی است. توسعه کشت‌های گلخانه‌ای نه‌تنها به افزایش تولید در واحد سطح کمک می‌کند، بلکه به استفاده‌ی بهینه از آب و خاک به‌ویژه بهره‌گیری از قطعات کوچک در روستاها کمک می‌نماید و این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان ضمن ایجاد اشتغال بیش‌تر در محیط‌های روستایی، محصولات متنوع کشاورزی را خارج از فصل در اختیار مصرف‌کنندگان قرار داد. با توجه به افزایش قیمت حامل‌های انرژی و مصرف بالای انرژی در تولیدات گلخانه‌ای مهم‌ترین چالش پیش روی مدیریت گلخانه‌ها، مصرف انرژی به‌منظور گرمایش در فصل سرد و سرمایش در فصل گرم سال است. بنابراین ارایه راهکارهایی که به کاهش مصرف انرژی در تولیدات گلخانه‌ای بینجامد به مدیریت و کاهش هزینه‌های مرتبط با انرژی کمک می‌کند. در همین راستا و به‌عنوان یکی از راهکارهای قابل‌استفاده در زمینه‌ی ایجاد سازه‌ی گلخانه‌ای ایمن‌تر و همچنین کاهش هزینه‌های ساخت و مدیریت گلخانه، در این نشریه به معرفی گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین (زیرزمینی) پرداخته شده و مزایای آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است.

## نحوه عملکرد گلخانه پایین‌تر از سطح زمین

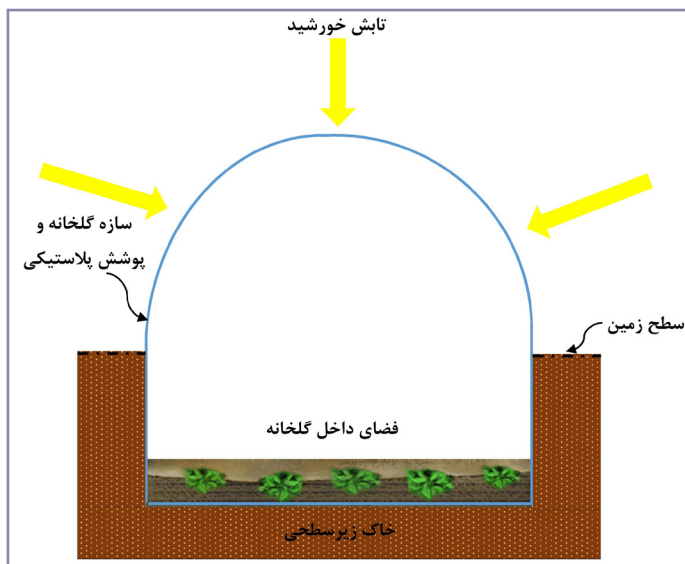
ایده‌ی اولیه ایجاد گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین از چاله‌های حفظ گیاه در زمستان گرفته شده است که از چندین دهه‌ی قبل مورد استفاده‌ی کشاورزان کشورهای سردسیر بوده است. چاله‌های پرورش گیاه از یک چاله با عمق ۷۰ تا ۹۰ سانتی‌متر تشکیل شده است که کف آن را به ضخامت ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر با کود حیوانی پر می‌کنند و روی آن را خاک زراعی ریخته می‌ریزند. پس از کشت گیاه، روی آن را با شیشه و یا پلاستیک شفاف می‌پوشانند (شکل ۱).

با استفاده از این چاله‌ها امکان ایجاد نشاء و قلمه در فصل سرما فراهم می‌شد و کشاورزان می‌توانستند طول دوره‌ی رشد را افزایش دهند تا دوره‌ی یخبندان را سپری نمایند. از مقایسه‌ی چاله کشت با روش متداول ایجاد پوشش در اطراف کشت روی سطح زمین چنین مشخص است که در حالت کشت روی سطح پوشیده شده انرژی از ۵ جهت از دست داده می‌شود (پوشش‌های جانبی و سقف) و فقط از کف انرژی دفع نمی‌شود. با این حال در چاله کشت انرژی فقط از یک جهت دفع می‌شود (سقف) و از ۵ جهت انرژی دریافت می‌گردد. علاوه بر این اثر سرمای ناشی از وزش باد نیز در چاله کشت نسبت به کشت روی سطح پوشیده شده به شدت کاهش می‌یابد بنابراین مزایای چاله کشت انگیزه‌ای برای ایجاد گلخانه‌های زیرزمینی شدند.



شکل ۱- نمایی از چاله کشت مورد استفاده در مناطق سردسیر

با الهام گرفتن از چاله کشت، گلخانه‌های زیرزمینی یا پایین‌تر از سطح زمین به شکل‌های مختلفی در مناطق گوناگون دنیا ساخته شدند. گلخانه‌های زیرزمینی به گلخانه‌هایی گفته می‌شود که کف آن‌ها ۱ تا ۲/۵ متر پایین‌تر از سطح زمین است. مرکز کروی زمین از مواد مذاب ماگما تشکیل شده است که کل زمین را گرم می‌کند. گرمای حاصل از این ماگماها از عمق ۱/۲ متری به بعد قابل احساس است. به‌گونه‌ای که در این عمق دما در تمام کروی زمین بین ۱۵ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد است. بنابراین در گلخانه‌های زیرزمینی ثابت دمایی بیش‌تری نسبت به گلخانه‌های روی سطح زمین وجود دارد. براین اساس به انرژی کم‌تری برای کنترل دمای محیط گلخانه‌های زیرزمینی نیاز است. به‌عنوان مثال افزایش دمای گلخانه‌ی زیرزمینی از ۱۵ درجه سانتی‌گراد به ۲۷ درجه فقط نیازمند ۱۲ درجه افزایش دما است. درحالی‌که در گلخانه سطحی که در دمای هوای ۱۰ درجه واقع شده است به ۱۷ درجه افزایش دما نیاز دارد. در شکل ۲ نمای شماتیک گلخانه‌های زیرزمینی نشان داده شده است.

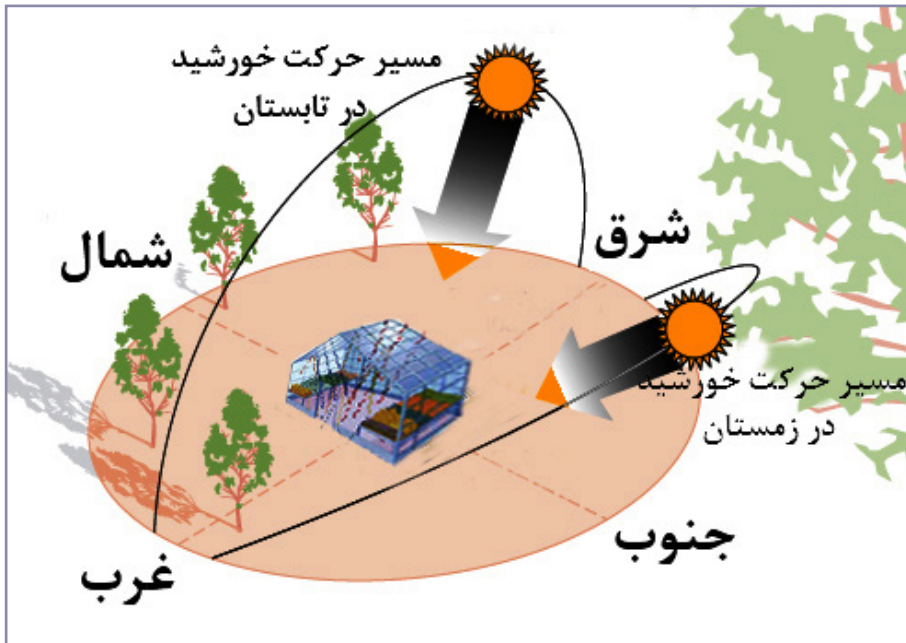


شکل ۲- نمای شماتیک گلخانه‌ی زیرزمینی

## احداث گلخانه پایین‌تر از سطح زمین

محل ساختمان گلخانه تأثیر زیادی بر روی عملکرد و کارایی گلخانه دارد. کف گلخانه باید کاملاً تراز باشد تا اجرای اتوماسیون در آن تسهیل شود. خاک زمین محل احداث گلخانه باید کاملاً زهکشی شده باشد. در مناطقی که زهکشی به‌سختی صورت می‌گیرد به کار بردن تدابیر خاص برای زهکشی ضروری است. همچنین در خارج از گلخانه پیش‌بینی زهکشی سطحی برای جمع‌آوری و دفع آب بارندگی‌های اطراف گلخانه ضروری است. به‌طور کلی خاک مکان ساخت گلخانه باید زهکشی طبیعی و پذیرش مناسبی را داشته باشد. همچنین اگر گلخانه زیرزمینی در زمین‌هایی با سطح ایستابی بالا ساخته شود، استفاده از شبکه زهکش‌های زیرزمینی ضروری است.

در زمان ساخت گلخانه، موقعیت و جهت احداث آن را باید با توجه به موقعیت جغرافیایی محل، جهت نور خورشید، سایه‌اندازی موانع طبیعی و مصنوعی، شیب زمین و جهت بادهای غالب، مشخص نمود. به دلیل این که خورشید از شرق طلوع و در غرب غروب می‌کند بهتر است که طول گلخانه‌های زیرزمینی در امتداد شرق به غرب قرار گیرد. بنابراین به‌طور کلی احداث گلخانه‌های زیرزمینی در جهت شمالی-جنوبی به دلیل بهره‌برداری حداکثری از انرژی و نور خورشید نسبت به جهت‌های دیگر ارجحیت دارد (شکل ۳). با وجود این با توجه به شرایط منطقه می‌توان تغییرات اندکی را نسبت به این جهت اعمال نمود. به‌عنوان مثال اگر منطقه موردنظر در زمستان هنگام صبح معمولاً مه‌آلود و یا ابرناک است و یا وجود یک کوه یا تپه‌ی بلند در شرق باعث طلوع دیر هنگام خورشید در منطقه می‌شود، بهتر است گلخانه زیرزمینی را با زاویه ۱۵-۱۰ درجه‌ای به سمت شمال غربی نسبت به شرق احداث نمود تا نور خورشید در ساعات بعدازظهر به مدت بیش‌تری در گلخانه بتابد.

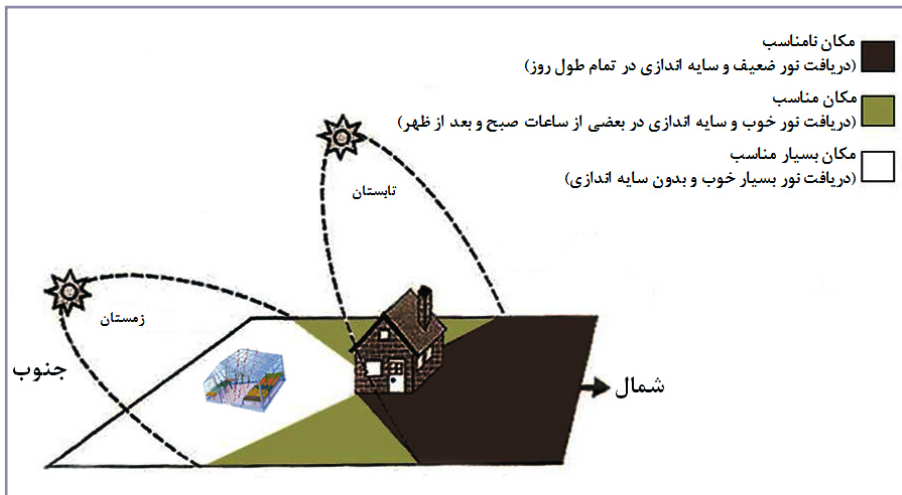


شکل ۳- بهترین جهت قرار گرفتن گلخانه‌های زیرزمینی در نیمکره‌ی شمالی

باید دقت نمود تا محل احداث گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین به گونه‌ای باشد که هیچ مانع طبیعی و یا مصنوعی بر روی آن سایه‌اندازی نکند. سایه‌اندازی مانع‌های طبیعی یا مصنوعی نسبت به آفتاب تابستانی و زمستانی هر منطقه باید کنترل گردد و براساس آن، مکان مناسب ساخت گلخانه به گونه‌ای انتخاب شوند که سایه کم‌تر در آنجاها به وجود آید. تنها استثنا در این مورد درختان برگ‌ریز مانند افرا و بلوط هستند زیرا با ایجاد سایه می‌توانند به‌طور مؤثری از نور شدید بعدازظهر تابستانی بکاهند. از طرف دیگر این درختان در زمستان اجازه می‌دهند که نور کافی به گلخانه برسد، زیرا در پاییز برگ‌های خود را از دست می‌دهند. برای جلوگیری از سایه‌اندازی مانع بر روی گلخانه‌ها، با توجه به ارتفاع مانع و زاویه تابش خورشید بر اساس ماه و فصل از سال، فاصله آن را از گلخانه را می‌توان تخمین زد. به‌عنوان مثال در نیمکره‌ی شمالی گلخانه بهتر

است که در سمت جنوب موانع طبیعی و مصنوعی ساخته شود تا سایه‌اندازی بر روی آن به حداقل برسد. در شکل ۴ مکان‌یابی محل احداث مناسب گلخانه از لحاظ سایه‌اندازی موانع در اطراف خود و استفاده‌ی حداکثری از نور خورشید برای نیمکره‌ی شمالی نشان داده‌شده است.

همچنین رعایت فاصله‌ی مناسب در ساخت واحدهای گلخانه‌ای از یکدیگر، برای جلوگیری از سایه‌اندازی آن‌ها بر همدیگر، ضروری است. مکان‌هایی که در کناره‌های کوه‌های بلند قرار گرفته‌اند به دلیل سایه‌اندازی همیشگی آن‌ها برای ساخت گلخانه نامناسب هستند.



شکل ۴- مکان مناسب احداث گلخانه از لحاظ دریافت نور و سایه‌اندازی

بعد از تعیین محل مناسب برای احداث گلخانه، حفر زمین و گودبرداری بستر گلخانه‌ها تا عمق موردنظر انجام می‌گیرد. سپس زیرسازی‌های موردنیاز همراه با پیاده‌سازی فونداسیون و تسطیح کف گلخانه انجام می‌گیرد. برای استحکام بیش‌تر گلخانه‌ها دیواره‌های خاکی تا سطح زمین با مصالح بنایی (آجر و سیمان) ایجاد می‌شوند. در شکل ۵ مراحل مختلف ساخت گلخانه‌ها نشان داده‌شده است.





شکل ۵- مراحل مختلف ساخت گلخانه‌ی زیرزمینی

از پوشش‌های مختلف می‌توان برای گلخانه‌های زیرزمینی استفاده نمود، در این میان پوشش‌های پلاستیکی پلی‌اتیلن شفاف ۱۸۰ میکرون و آنتی یو.وی ۸ گزینه‌ای مناسب برای پوشاندن این گلخانه‌ها هستند. پوشش پلاستیکی باید به‌گونه‌ای بر روی سازه‌ی گلخانه قرار داده شود که کاملاً مماس با سطح دیواره‌های حاجب باشد. گلخانه‌های زیرزمینی به شکل‌های مختلفی ساخته می‌شوند، اما به‌طور کلی از احداث گلخانه‌های زیرزمینی به‌صورت یک‌طرفه (شکل ۶) نتایج بهتری حاصل می‌گردد و مشکل احتمالی کمبود نور در این گلخانه‌ها به حداقل می‌رسد.



شکل ۶- نمونه گلخانه‌ی زیرزمینی یک‌طرفه

## مزایای گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین

از آنجاکه حرارت لازم برای گرم و یا خنک کردن گلخانه در یک دمای مشخص، معادل میزان گرما یا سرمای اتلاف شده در آن گلخانه است. بنابراین تعادل دمایی بستگی به نوع گلخانه، نوع پوشش، سرعت باد، دمای محیط و میزان نفوذ هوای خارج به داخل گلخانه دارد. در نتیجه، هر چه اتلاف دما در گلخانه بیش‌تر باشد به گرمای بیش‌تری نیز برای تأمین دمای از دست‌رفته، نیاز است. لذا ویژگی‌های گلخانه‌های زیرزمینی باعث تعدیل و ثبات بیش‌تر دمای درون گلخانه می‌شود و در نتیجه باعث کاهش مصرف انرژی موردنیاز برای گرمایش در زمستان و یا سرمایش در تابستان می‌گردد. به عبارت دیگر با توجه به این‌که کف گلخانه پایین‌تر از سطح زمین است، دیواره‌های دور این گلخانه در زیرزمین همانند یک عایق عمل می‌کنند و مانع اتلاف انرژی می‌گردند. در تحقیقی که در شهرستان اراک انجام شده است، مشخص گردید،

گلخانه‌هایی که ۱/۵ و ۲/۵ متر پایین‌تر از سطح زمین هستند به ترتیب ۲ و ۲/۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف دما با گلخانه‌های هم‌سطح زمین دارند. همچنین اختلاف دمای حداقل و حداکثر در گلخانه‌های زیرزمینی کم‌تر است. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان مصرف انرژی گرمایی در گلخانه ۱/۵ و ۲/۵ متری زیر سطح زمین به ترتیب ۶ و ۱۵ درصد کم‌تر از انرژی مصرفی در گلخانه هم‌سطح زمین است. علاوه‌براین یافته‌های این تحقیق مشخص کرد که دیواره‌های عایق در اطراف گلخانه‌های زیرزمینی باعث کاهش سطح تماس با هوا و در نتیجه کاهش اتلاف دما می‌گردد. بنابراین محیط گلخانه در تابستان خنک‌تر و در زمستان گرم‌تر باقی می‌ماند. در شکل ۷ نمایی از گلخانه‌های زیرزمینی احداث‌شده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اراک نشان داده شده است.



شکل ۷- نمایی از گلخانه‌های احداث شده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اراک

علاوه بر این احداث گلخانه‌های زیرزمینی باعث حفاظت بهتر گلخانه در مقابل شرایط جوی (وزش باد، بارش برف و غیره)، استحکام بیش‌تر سازه گلخانه‌ای و افزایش طول عمر آن می‌شود (شکل ۸). گلخانه‌های زیرزمینی مقاومت بیش‌تری در برابر وزش باد دارند و لذا در مناطق بادخیز خسارت کم‌تری به این گلخانه‌ها وارد می‌گردد. همچنین با توجه به این‌که با افزایش سرعت باد اتلاف دما در گلخانه افزایش می‌یابد، گلخانه‌های زیرزمینی از کاهش دمای ناشی از وزش باد در زمستان می‌کاهند و باعث کاهش مصرف انرژی گرمایشی می‌گردند. مزایای گلخانه‌های زیرزمینی از دیدگاه اقتصادی نیز شایان توجه است. مشخص شده است که احداث گلخانه‌های زیرزمینی باعث کاهش مقدار پوشش موردنیاز و تعداد دفعات تعویض پوشش گلخانه می‌گردد که خود هزینه بسیار زیادی در مدیریت گلخانه در بردارد. درعین حال هرچقدر گلخانه‌ی زیرزمینی بزرگ‌تر باشد هزینه‌های ساخت در واحد سطح کاهش می‌یابد.

همچنین، رطوبت نسبی در گلخانه‌های زیرزمینی زیاد است و ثبات دمایی بیش‌تری وجود دارد، از این‌رو در کشت‌های تابستانه و زمستانه میزان تبخیر و تعرق در گلخانه‌های زیرزمینی نسبت به گلخانه سطحی کاهش می‌یابد. در نتیجه نیاز آبی گیاه کم‌تر می‌شود و مقدار مصرف آب کاهش می‌یابد.



شکل ۸- گلخانه‌ی زیرزمینی در فصل زمستان

علی‌رغم مزایای بیان‌شده برای گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین، این نوع گلخانه‌ها دارای محدودیت‌هایی از قبیل کوچک‌مقیاس بودن، محدودیت کاربرد و محدودیت نصب تجهیزات کنترل شرایط محیطی هستند. همچنین، باید توجه نمود که خاک‌برداری و حفر چاله‌های جدید از لحاظ محیط‌زیستی، اقتصادی و قوانین کاربری اراضی صحیح نیست. لذا اجرای این نوع گلخانه‌ها بیش‌تر برای زمین‌های از قبل حفرشده، چاله‌های موجود، اراضی بایر غیرقابل کشت، اراضی باقی‌مانده از کوره‌های آجرپزی و در سطوح کوچک کم‌تر از ۵۰۰ مترمربع اقتصادی و قابل پیشنهاد است.

## جمع‌بندی

افزایش هزینه سوخت و برق و همچنین هزینه‌های ناشی از تعویض مکرر پوشش به دلیل خسارت ناشی از باد یکی از معضلاتی است که در سال‌های اخیر، تولید گلخانه‌ای به‌ویژه در اقلیم‌های سرد تهدید می‌نماید. این مسئله بررسی راه‌های مختلف کاهش مصرف سوخت و حفاظت گلخانه در مقابل شرایط جوی را ضروری می‌سازد. در همین راستا و به‌عنوان یکی از راهکارهای قابل‌استفاده در زمینه‌ی ایجاد سازه‌ی گلخانه‌ای ایمن‌تر، کاهش هزینه‌های ساخت و مدیریت بهتر گلخانه، ساخت گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین در مقیاس کوچک قابل توصیه است. گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین یا گلخانه‌های زیرزمینی به شکل‌های مختلفی در مناطق گوناگون دنیا ساخته‌شده و مورد استفاده قرار گرفته است. گلخانه‌های زیرزمینی در صورت مکان‌یابی صحیح و طراحی و اجرای درست مزایای متعددی دارند که آن‌ها را از گلخانه‌های متداول کوچک مقیاس واقع در سطح زمین متمایز می‌نماید. از جمله مزایای این گلخانه‌ها می‌توان به تعادل دمایی بهتر در محیط گلخانه،

کاهش مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی، استحکام بیش‌تر گلخانه و اقتصادی بودن گلخانه اشاره نمود.

همچنین این نوع گلخانه‌ها می‌توانند در کنار مزرعه به‌عنوان خزانه یا شاسی کاشت نشاء، تکثیر قلمه و یا در منازل برای پرورش گل و گیاهان آپارتمانی و یا در واحدهای تحقیقاتی و آموزشی به‌خوبی مورد استفاده قرار بگیرند.



طراحی، اجرا و مکان‌یابی درست گلخانه‌های پایین‌تر از سطح زمین در مقیاس کوچک باعث کاهش مصرف انرژی و استحکام بیشتر سازه گلخانه‌ای می‌شود.

