مجله ایمنی زیستی

دوره ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶

ویژگی‌های گلخانه تراریخته و ضرورت گسترش آن‌ها در ایران

میترا خادمی[۱]، احمد اسماعیلی[۲] *

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ایران

***نویسنده مسئول: ismaili.a@lu.ac.ir**

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

چکیده

بسیاری از کشورها وارد حوزه تجارت و کشت و کار گیاهان تراریخته شده‌اند و برخی کشورها هنوز به دلایل زیست‌محیطی و یا مخاطرات احتمالی متعدد به این حوزه ورود پیدا نکرده‌اند. تقریبا عمده کشورهای دنیا (حتی اگر تجارت گیاهان تراریخته را نداشته باشند)، در زمینه گیاهان تراریخته در حال تحقیق و توسعه هستند. در کشور ما نیز مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی متعددی در حال تحقیقات پایه و کاربردی در زمینه تولید گیاهان تراریخته با اهداف مختلف هستند. آن‌چه در شرایط فعلی کشور حائز اهمیت است این است که برای رفع نگرانی‌های زیست‌محیطی مرتبط با تحقیقات تولید گیاهان تراریخته، بهتر است مطالعه این گیاهان به جای گلخانه‌های معمولی در گلخانه‌های خاص (گلخانه تراریخته) این گیاهان صورت گیرد. همچنین وجود چنین گلخانه‌هایی در زمینه تجاری‌سازی، توسعه کشت و مطالعات رهاسازی محصولات تراریخته به بازار مفید است. با توجه به اینکه در کشور ما بسیار کم به موضوع ویژگی‌های گلخانه‌های تراریخته پرداخته شده است و منابع علمی کمی در این موضوع در کتب و مقالات منتشره داخل کشور گزارش شده است؛ از این رو در این مقاله به بررسی ویژگی‌های گلخانه‌های تراریخته (به ویژه از نظر ساختار و سطوح ایمنی‌زیستی) پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: ایمنی‌زیستی، زیست‌فناوری، گیاهان تراریخته، گلخانه، ویژگی‌های گلخانه تراریخته

مقدمه

در روش‌های معمول کشت، تمامی عملیات کاشت تا برداشت تابع شرایط محیطی است که این عوامل محیطی باعث کاهش رشد و راندمان تولید می‌شود. بنابراین استفاده از محیط‌های کنترل شده گلخانه، موجب افزایش تولید در واحد سطح شده و می‌تواند زمان تولید هر محصول را افزایش و در نتیجه در تمام طول سال محصولات تازه عرضه کرد (٦). گلخانه به فضای محدودی اطلاق می‌شود که قابلیت کنترل شرایط محیطی مناسب را برای رشد گیاهان از نواحی مختلف در طی فصول مختلف یک سال دارد (٦).

بهره‌گیری از زیست‌فناوری نوین برای تولید مواد غذایی، فرصت‌ها و چالش‌های جدیدی را روی توسعه و سلامتی انسان گشوده است. دست آوردهای زیست‌فناوری در حوزه‌های پزشکی، گیاهی و جانوری بر کسی پوشیده نیست و ارمغان این پیشرفت‌ها علاوه بر تامین نیاز غذایی میلیون‌ها انسان گرسنه جان میلیون‌ها نفر را از مرگ نجات داده است. البته همزمان با ورود مواد غذایی اصلاح شده ژنتیکی در زنجیره غذای، نگرانی‌هایی در ارتباط با خطرات بالقوه ناشی از تولید و مصرف این گونه مواد ایجاد و پرسش‌های متعددی را در زمینه احتمال بروز عوارض نامطلوب مانند حساسیت، افزایش مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها، اثرات محیطی و انتقال افقی ژن‌ها در جامعه مطرح نموده است (۹). بنابراین، در کنار تحقیق در عرصه‌های کشاورزی، نیاز به گلخانه و تسهیلات، برای رشد گیاه و تحقیق در زمینه بیولوژیکی گیاهی، بیماری و حشرات امری ضروری به نظر می‌رسد و برای همین منظور، نگه‌داشتن ارگانیسم‌ها در درون تسهیلات گلخانه‌ای ایمن الزامی است. از این رو در این مقاله به بیان سطوح ایمنی‌زیستی و ویژگی‌های اختصاصی برای ساختن گلخانه-های تراریخته برای مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها در عرصه تحقیقات زیست‌فناوری، جهت کاهش نگرانی‌های زیست‌محیطی پرداخته شده است.

اجزای گلخانه

گلخانه معمولا از اجزاء زیر تشکیل شده‌اند:

الف) چارچوب گلخانه: استخوان‌بندی گلخانه از مجموعه پایه‌ها که به فاصله حدود ۳ متر از یکدیگر قرار دارند و تیرهای سقف تشکیل شده است. در پیرامون گلخانه دیواره‌ای به ارتفاع ٦۰ تا ۹۰ سانتی‌متر قرار دارد که از آجر یا سیمان ساخته شده است (٦).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

ب) پوشش شفاف گلخانه: مهم‌ترین ویژگی پوشش گلخانه توانای عبور نور آن است. پوشش گلخانه بایستی بتواند بیشترین مقدار نور موجود را به گیاه برساند (٦). امروزه برای پوشش گلخانه، از شیشه، پلاستیک سخت و لایه پلاستیکی استفاده می‌کنند (٨).

ج) سکوهای گلخانه: این سکوها به منظور کنترل بهتر شرایط محیطی و بازده بهتر، داخل گلخانه ساخته می‌شوند و ارتفاع و به ویژه عرض سکوها بسته به نوع گیاهی که پرورش داده می‌شود متفاوت است (٦).

ح) راهروهای گلخانه: راهروهای گلخانه باید به اندازه‌ای باشد که در برابر رفت و آمد کارگران، وسایل و همچنین گاری دستی اشکالی فراهم نیاورد (٦).

خ) هواکش‌های گلخانه: برای تهویه گلخانه دریچه‌هایی در جوانب یا سقف گلخانه درست می‌کنند (٦) که عمل تهویه باعث خنثی نمودن شرایط مناسب رشد بیماری‌های قارچی می‌شود (٥ و ٧).

د) اتاق کار گلخانه: هر گلخانه یا مجموعه‌ای از گلخانه باید دارای اتاقی باشد که در آن وسایلی از قبیل خاک، شن، پیت، کود شیمیایی، ابزار کار، گلدان، انواعی از حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها، میز درجه‌بندی، بسته‌بندی گل‌ها و غیره وجود داشته باشد (٦).

طبقه‌بندی گلخانه‌ها

گلخانه را براساس شکل، نوع پوشش، هزینه، دما و غیره طبقه‌بندی می‌کنند.

طبقه‌بندی گلخانه‌ها براساس شکل آن‌ها: تنوع جغرافیایی، اقلیم‌های کشاورزی متفاوتی را بوجود آورده است بنابراین طراحی گلخانه‌ها در تمامی اقلیم‌ها نمی‌تواند هم شکل باشد. طبقه-بندی گلخانه‌ها بر اساس شکل آن‌ها با اهداف بدست آوردن حداکثر دریافت نور، پوشش حداکثر زمین با هزینه کمتر است (١و ٦). از جمله این گلخانه‌ها می‌توان به گلخانه‌های یکطرفه یا Lean-to design، گلخانه‌های دو طرفه یا Even-span design، گلخانه‌های نیمه دو طرفه یا Uneven span، گلخانه‌های فراز و نشیب یا جوی پشته یا Ridge and furrow و گلخانه‌های دندانه‌ارهای یا Saw tooth اشاره نمود (٤ و ٦).

طبقه‌بندی گلخانه‌ها براساس هزینه‌سازه: توجیه اقتصادی و نوع محصول (با توجه به شرایط اقلیمی) از عوامل مهم برای تقسیم‌بندی گلخانه در این سطح است. بر این اساس گلخانه‌ها به سه دسته گلخانه‌های ارزان قیمت (فناوری پایین)، گلخانه‌های با هزینه متوسط (فناوری

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

متوسط) و گلخانه‌های با هزینه زیاد (فناوری بالا) تقسیم می‌شوند (٦).

گلخانه بر اساس پوشش: در این نوع گلخانه با توجه به عواملی از جمله عبور نور بالا، مقاوم در برابر باد و حرارت، قابلیت انعطاف بودن و هزینه آن‌ها به سه دسته گلخانه‌های شیشه‌ای، گلخانه-های با پوشش‌های انعطاف‌پذیر پلاستیکی و گلخانه‌های با پوشش‌های سخت غیر شیشه‌ای تقسیم می‌شوند (۱، ٤ و ۷).

تقسیم‌بندی از نظر دمایی: بر اساس شرایط آب و هوا و تولید محصول در خارج از فصل به سه دسته گلخانه سرد، گلخانه نیمه گرم، گلخانه گرم و مرطوب تقسیم می‌شوند (٤، ٦ و ۷).

سطوح ایمنی‌زیستی گیاهان تراریخت

ضمن تاکید بر اهمیت توسعه فعالیت‌های زیست‌فناوری و مهندسی ژنتیک در همه ابعاد، ضوابطی برای انجام ایمن و سالم این گونه فعالیت‌ها تهیه و تدوین شده است تا براساس آن بتوان کار کنترل و نظارت بر فعالیت‌های مذکور را انجام داد. اما در عین حال این ضوابط نباید به گونه‌ای بازدارنده باشند که بر مشکلات موجود پژوهش و تولید بیفزایند (۵).

سطوح ایمنی‌زیستی توصیف و ترکیبی از کنترل اجرایی، شیوه کار و روش‌ها، تجهیزات، ویژگی تسهیلات مورد نیاز و نیز به کار بردن سطوح معینی از محدویت‌ها است. مقصود از محدویت جلوگیری از انتقال و تکثیر سایر ارگانیسم‌ها از داخل گلخانه به محیط‌های پذیرنده در خارج از گلخانه است. آزمایش‌های مرتبط با دی ان ای نوترکیب در گیاهان و اعمال ایمنی‌زیستی طبق معیارها و خطرها در ٤ سطح ایمنی‌زیستی گیاهی (Biosafety level 1-4 for plant: تا BL1-P) BL4-P و نیز یک سطح اضافی به نام سطح ایمنی‌زیستی ۳ کشاورزی یا Biosafety level 3 Agricultuer انجام می‌گیرد (۱۰، ١٤ و ۱۵). این رهنمودها به صورت، محدویت‌های فیزیکی و بیولوژیکی برای آزمایشات گلخانه‌ای برای هر سطح ایمنی‌زیستی تعیین و اعمال می‌شود که در زیر به طور مختصر به بیان آن می‌پردازیم:

سطح ۱ ایمنی‌زیستی برای گیاهان (BL1-P): سطح ۱ پائین‌ترین سطح محدویت برای آزمایش‌های درگیر در گیاهان و ارگانیسم‌های تراریخته است، که زنده ماندن و آزادسازی آن‌ها برای محیط خطری ندارد. از این قبیل آزمایش‌ها می‌توان به اگروباکتریوم و ریزوبیوم اشاره نمود (۱۰، ١٤ و ۱۵).

سطح ۲ ایمنی‌زیستی برای گیاهان (BL2-P): در این سطح محدویت شامل عوامل خارجی است که برای افراد و محیط نسبتا خطرناک است. به عنوان مثال این سطح از ایمنی‌زیستی برای گیاهان تراریخته پیوسته با میکروارگانیسم‌های دارای مخاطرات زیست‌محیطی قابل کنترل، آزمایش‌های مرتبط با مقاومت گیاهان به پاتوژن و همچنین در مورد گیاهان تراژن که توانایی

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

تلاقی با علف‌هرز و گونه‌های نزدیک موجود در محیط را دارند، استفاده می‌شود (۱۰، ١٤ و ١٥).

سطح ۳ ایمنی‌زیستی برای گیاهان (BL3-P): این سطح شامل توصیف و جلوگیری از پخش اتفاقی از گیاه تراریخته و پاتوژن گیاهیِ یا دیگر ارگانیسم‌هایی که پتانسیل آن‌ها شناسای شده و به طور معنی‌داری تاثیر زیان‌آوری روی محیط دارد. به طور کلی حصر سوم شامل مسایل مربوط به تشخیص پزشکی و آموزش و تحقیقات مرتبط با این زمینه‌هایی است که استنشاق برخی از عوامل داخلی یا خارجی موجب بروز بیماری‌های کشنده می‌شود (۱۰، ١٤ و ١٥).

سطح ٤ ایمنی‌زیستی برای گیاهان (BL4-P): این سطح شامل آزمایشاتی است که عوامل بیگانه به سادگی پخش می‌شوند و عامل آلودگی خطر جدی برای محصولات دارند. پاتوژن‌های انسانی و واکسن‌هایی که در گیاهان ساخته شده‌اند و احتمال خطر بر سلامت انسان دارند به طور خاصی در سطح ٤ انجام می‌گیرند (۱۰، ١٤ و ١٥).

سطح ۳ ایمنی‌زیستی در کشاورزی (BSL-3Ag: سطح BSL-3Ag یک سطح محدویتی بی‌نظیر است که به وسیله اداره تحقیقات کشاورزی وزارت ایالت متحده برای کارهای مرتبط با عوامل بیولوژیکی در تعداد وسیعی از گونه‌های حیوانی به کاربرده می‌شود. وقتی سطوح بالایی از محدویت مورد نیاز است اداره تحقیقات کشاورزی در بعضی از طرح‌ها برای محدودیت‌های حیوانی در کشت گیاهی از این سطح استفاده می‌کنند (١٤ و ١٥).

شرایط اختصاصی گلخانه‌های تراریخته

در این بخش به بررسی طراحی ساختمان در رابطه با محدویت‌های گلخانه که شامل شرایط اختصاصی گلخانه تراریخته و نگه‌داری از کشت است، می‌پردازیم. پیشنهاداتی در ارتباط با بررسی محدویت‌های مختلف صورت می‌گیرد به گونه‌ای که خواننده می‌تواند به صورت اختصاصی، شرایط مناسب و درخور یعنی میزان رضایت از هزینه با توجه به نیاز را مطابق آنچه که می‌خواهد انتخاب کند. به طور معمول طراحی و ساخت گلخانه تراریخته نیاز به هزینه‌ی بالایی دارد، بنابراین در ابتدا برای ساختن گلخانه‌های جدید باید به طراحی دقیق، ظرفیت، گنجایش و نیز کارایی بالا در طول مدت کارکرد یا در طی پژوهش توجه نمود. بکار بردن شرایط لازم و تجربه در طراحی برای اجرای محدویت و کارایی بالا با ارزش است (۱۰، ١٤ و ١٥) در زیر به برخی از شرایط اختصاصی گلخانه تراریخته می‌پردازیم:

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

۱- طراحی ساختمان و تیم تحقیقاتی: به منظور بنا کردن و ایجاد ساختمانی با سطح بالایی از محدویت یک تیم کارشناسی مورد نیاز است که این تیم دارای دانش و مهارت زیادی در زمینه-های بیولوژیکی و پژوهش‌های عملیاتی هستند (۱٤ و ۱۵).

پروسه ساختمانی شامل ٤ فاز برنامه، طراحی، ساخت و مدیریت است. فاز برنامه و طراحی عمومی به صورت مرحله‌ای به صورت طرح ریزی‌های اولیه، طرح‌ریزی کلی، پروژه‌های اولیه، پروژه‌های کلی، پروژه‌های توسعه‌یافته است که هر مرحله از این پروسه سطح بالای از محدویت را با جزئیات تهیه می‌کند. معمولا ایده کلی در مورد هزینه طرح، توسط گروه مالک، معماران، مهندسان و تنظیم‌کننده به صورت بارها و بارها در طی مراحل مختلف و قبل از نهایی شدن طرح انجام می‌گیرد (۱٤ و ۱۵).

۲- مکان گلخانه: مکان جغرافیای گلخانه یکی از عناصر مهم در محدویت است گلخانه باید دور از محصولات مستعد یا میزبان آفت و علف‌هرز احداث شود. بنابراین در زمان طراحی گلخانه باید به نمونه گیاهان کشت شده و یا گیاهانی که به صورت وحشی در اطراف گلخانه روییده اند توجه شود (۱٤ و ۱۵).

۳- طرح اولیه: فضای کار شامل اتاق کنترل آزمایشگاه‌ها، اتاق‌های رشد، اتاق‌های نگه‌داری و انکوبه، تسهیلات کشت‌بافت، اتاق‌های تلقیح و ناحیه‌های خروجی گلخانه است. آرایش فضایی باید برای محدویت‌ها تغییرپذیر باشد. اتاق‌های کوچک تسهیلات با توجه به شرایط درونی ساختمان، دارای سطوح مختلفی از محدویت هستند. اگر در یک اتاق بزرگ شامل مواد ایمنی-زیستی سطح ۱و۲ است باید تمام مواد تحقیقات از سطوح محدویت ایمنی‌زیستی ۲ پیروی کنند (۱٤ و ۱۵).

٤- ساختار: ساختارهای گلخانه به صورت طراحی‌های مهندسی شده، با روکش‌های فلزی و مقاوم در برابر عوامل محیطی هستند. سطح بالای محدویت نیازمند به تقویت، داشتن قاب-های محکم هم برای مبحث امنیتی و هم تطبیق نمودن وزن مورد نیاز قاب، مقاومت در برابر شکستن و درزگیر کردن شیشه‌ها است. ساختار گلخانه‌های مدرن و کالبد آن‌ها ممکن است آلومینیوم و یا استیل‌های گالوانیزه و در حالی که در تسهیلات قدیمی با کالبدهای چوبی و یا لوله‌های فلزی است (۱٤ و ۱۵).

۵-پوشش گلخانه: گلخانه با مواد مختلفی و به طور وسیع از شیشه‌های شفاف تا مواد و قاب-های مات و کدر پوشیده می‌شود. از موادهای مختلف گلایزینگ به طور گسترده‌ای با درجات مختلف انتقال نور، طول عمر و درجه‌های مختلف استحکام در گلخانه‌ها استفاده شده است. شیشه‌های شفاف گلایزینگ، تحمل‌پذیر و

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

میزان زیادی از نور برای گلخانه تامین می‌کند (١٤ و ١٥). استفاده از ورقه‌های چند لایه در ساختمان علاوه بر اینکه یک عایق با ارزش و مناسب برای گلخانه است، همچنین به طور معنی‌داری باعث افزایش ایمنی می‌شود. ورقه‌ها که به واسطه ترمو پلاستیک‌های محکم از قبیل لکسین پلی‌کربنات یا اکریلیک و گلایزینگ اکریلیک و چه به صورت تک لایه، دو لایه و سه لایه در گلخانه استفاده می‌شود (١٤ و ١٥).

٦-کف و زهکشی: تجهیزات برای تغییر بستر یا کف گلخانه بر حسب سطوح ایمنی‌زیستی انجام می‌گیرد. در سطوح ١ ایمنی‌زیستی در صورتی که مواد آزمایشگاهی قابلیت تحرک و جابه‌جایی نداشته باشند از شن و خاک در زیر نیمکت‌ها استفاده می‌شود. در مورد سطوح پایین محدودیت، بتونی کردن راهروها و بخصوص در سراشیبی‌ها جهت اعمال زهکشی در همه‌ی گلخانه‌های تحقیقاتی اجباری است (١٤ و ١٥). در تسهیلات با سطوح ایمنی‌زیستی ٣ و ٤ باید کف‌ها بدون خلل و فرج باشد و بهتر است که در این سیستم‌ها جمع‌آوری رواناب انجام گیرد. به کار بردن فیلتر، غربال و زهکشی در زمان کار با ارگانیسم‌ها گیاهی و بندپایان در این سطوح پیشنهاد می‌شود (١٤ و ١٥).

٧- درها و قفل‌ها: درهای خروجی و ورودی گلخانه‌ها باید با دقت کنترل شود. زیرا رخنه در محدویت و نقض ایمنی اغلب در جهت مسیر درها یا نقاط ورودی اتفاق می‌افتد (١٤ و ١٥). درهای لولادار را می‌توان برای درهای ورودی و راهروهای داخلی گلخانه استفاده کرد و برای سطوح ایمنی‌زیستی ١و ٢ از درهای ریلی استفاده می‌شود اما برای سطوح بالاتر ایمنی این درها به اندازه کافی در برابر عوامل نفوذ محکم نیستند. امروزه بیشتر از درهای Sweep که شامل neoprene یا درهای آلومینیومی با دور پلاستیکی استفاده می‌کند این درها دارای سطوح صاف هستند و باعث محکم بستن شدن در می-شوند (١٤ و ١٥). در تسهیلات با سطوح ٣ ایمنی‌زیستی کشاورزی از درهای با قفل‌های الکترومغناطیسی استفاده می‌شود و در جلوی درهای ورودی، سالن و همچنین در داخل راهرو، زیراندازه‌های چسبنده برای جذب گرده و بذر در نظر گرفته می‌شود (مثل گیاهان آرابیدوپسیس) و استفاده از تله‌های روشنایی در راهرو برای گرفتن و به تله انداختن حشراتی که پرواز می‌کند، کار ساز است (١٤ و ١٥).

٨- غربال: نصب غربال برای هر ساختمان گلخانه بخصوص در زمان تعمیر ضروری است. سایز و اندازه صفحه غربال بر حسب سایز و شکل موجودات مورد نظر سنجیده می‌شود. تجمع گرد و خاک روی صفحه غربال می‌تواند کارایی و بهره‌وری خود غربال را تحت تاثیر

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

قرار دهند و شبکه‌های توری محکم با خاصیت ضدزنگ به جای غربال‌های توری و نرم با سوراخ‌های یکسان توصیه می‌شود. به منظور ایجاد محدویت از " جعبه غربال" در خارج ساختمان و به صورت قاب‌های پوشال خنک-کننده استفاده می‌شود و این عمل برای ایجاد سطح کافی جریان هوا با استفاده از پوشال‌های خنک‌کننده انجام می‌گیرد (١٤ و ١٥).

۹- سیستم تهویه، سرمایش و گرمایش: یکی دیگر از مواردی که در گلخانه‌های تراریخته باید به آن توجه کرد سیستم‌های تهویه، گرمایش و سرمایش است. بیشتر مواقع این سیستم‌ها را در سقف یا دیوار کناری نصب می‌کنند. در سطوح ایمنی‌زیستی ۳ و ٤ همراه با سیستم تهویه، فن‌ها و سیستم خنک‌کننده در ورودی‌های هوا از غربال نیز استفاده می‌شود و خروج هوا در این سطوح به وسیله سیستم فشار منفی و با عبور از فیلترهای HEPA انجام می‌گیرد. این فیلتر، باعث جلوگیری از ورود ذرات ۰/۳ میکرون به بالاتر می‌شود (١٤ و ١٥).

۱۰- نیمکت و سکوها: نمونه‌های مختلفی از نیمکت‌ها می‌تواند در گلخانه‌های پژوهشی استفاده شود. نیمکت‌ها معمولا از آلومینیوم، فولاد، گالوانیزه و پلاستیک ساخته شده‌اند. سکو های چوبی برای این امر مناسب نیستند زیرا احتمال نفوذ و پنهان شدن آفات در آن‌ها وجود دارد امروزه به طور معمول از مواد benchtop استفاده می‌شود زیرا آن‌ها اجازه زهکشی و افزایش جریان هوا را می‌دهند. نیمکت‌های گلخانه باید از جنسی محکم مانند آلومینیوم و موادی ساخته شود که مقاوم به آب، مواد شیمیایی، گرما و همچنین در سطوح بالاتر (BL3-P ,BL4-P) حتما بدون درز باشد (١٤ و ١٥).

۱۱- اتاق رشد و چمپر: در بیشتر گلخانه‌ها برای ایجاد محدویت، اتاق‌های رشد تعبیه می‌شود. اتاق رشد در سطوح ایمنی‌زیستی ۱، ۲ و نیز برای سطوح ایمنی‌زیستی ۳ برای افزایش محدویت کاربرد دارد و در بیشتر موارد از اتاق رشد تنگ، همراه با موادی محکم و سخت استفاده می‌شود. روناب این اتاق‌ها در محلی جمع‌آوری و ذخیره می‌شود و سپس این روناب با استفاده از اتوکلاوه و تانک مرگ (kill tank) یا به وسیله تجهیزات ضدعفونی‌کننده مشابه از آلودگی مبرا می‌شوند (١٤ و ١٥). از جمله مزایای اتاق رشد می‌توان به امکان کنترل دقیق محیط در هر فصل، انعطاف‌پذیری بالا با وجود مکان‌های مختلف در یک ساختمان و امکان تمیز کردن سطوح داخلی راحت و آسان در آن اشاره نمود. همچنین در این اتاق‌ها برای تصفیه هوا از فیلتر HEPA در مسیر جریان هوا استفاده می-شود. در جدول ۱ به طور خلاصه اطلاعاتی در مورد ساختار، پوشش و سایر عوامل مهم در

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

طراحی و چارچوب گلخانه تراریخته آورده شده است.

مروری بر مهم‌ترین گلخانه‌های تراریخته دنیا

استفاده از فضای حفاظت شده ایمنی‌زیستی (کالبد) برای محدود کردن پژوهش‌های مرتبط با زیست‌فناوری مناسب است. این کالبد شامل مکانی اختصاصی برای تحقیقات زیست‌فناوری، اعمال تدابیر و قوانین ایمنی، تنظیمات و رهنمودهای لازم در مورد گونه مورد مطالعه است. برای آشنایی بیشتر در اینجا دو مورد از گلخانه‌های تراریخته در دنیا را به اختصار توضیح می‌دهیم (۱۲ و ۱۵).

در سال ۱۹۷۹ انجمنی با نام انجمن پژوهش‌های کشاورزی کنیا (KARI: The Kenya Agricultural Research Institute) به منظور افزایش تولیدات کشاورزی با استفاده از تحقیقات زیست‌فناوری و تأیید و پخش محصولات کشاورزی تشکیل شد. وظیفه این انجمن حفاظت، نگهداری و بهبود منابع پایه در هر یک از زمینه‌های سلامت انسان و محیط، توسعه علمی در زمینه کشاورزی و همچنین استفاده از توانایی‌های زیست‌فناوری است (۱۲).

انجمن پژوهش‌های کشاورزی کنیا با همکاری مرکز بین المللی CMMYT، با حمایت مجلس و بنیادهای این کشور پژوهش‌های زیست‌فناوری خود را در سطح دو ایمنی زیستی اجرا کرد که در زیر برخی از این رهنمودها و ایمنی رعایت شده در گلخانه‌های این کشور را به صورت مختصر اشاره شده است. شستن دست‌ها قبل از خروج و از آلودگی مبرا ساخته لباس کار الزامی است، و همچنین خوردن، آشامیدن و کشیدن سیگار ممنوع است. قبل از ورود به گلخانه کلیه رهنمودها به افراد گوش زد شده و یک کپی از رهنمودهای به آنان تحویل داده شود. ثبت ورود و خروج افراد از گلخانه الزامی است. برای محافظت از پا در برابر مواد شیمیایی، شی‌های سنگین، شوک الکتریسته از پوتین لاستیکی که تمام پا را پوشش می‌دهد، استفاده می‌کنند (۱۲).

یکی دیگر از گلخانه‌های مهم دنیا مربوط به تسهیلات و امکانات گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه تنسی (UTIA: The University of Tennessee institute of Agriculture Greenhouse Facilities) است که در این گلخانه رهنمودهایی در زمینه دی ان ای نوترکیب، ارگانیسم‌های تراریخته پیوسته با گیاهان (از قبیل قارچ، باکتری، ویروس و ویروئید) و حیوانات کوچک همزیست با گیاهان تراریخته از قبیل بندپایان وجود دارد. محتوای رهنمودهای گلخانه بر پایه رهنمودهای انجمن

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

بین المللی سلامت برای مولکول‌های دی ان ای نوترکیب مرتبط با پژوهش‌ها و همراه با به کارگیری رهنمودهای لازم و تنظیمات استاندارد است. رهنمودها در این گلخانه شامل سطوح محدویت‌های فیزیکی، بیولوژیکی و ٤ سطوح ایمنی‌زیستی برای گیاهان تراریخته است. در این گلخانه مدیر بازرسی و ناظر، به طور روزمره با تحقیقاتی مرتبط با ارگانیسم و گیاهان تراریخته درون این تسهیلات در ارتباط است. یک کپی از رهنمودها در این گلخانه تراریخته وجود دارد و کاربرها در تسهیلات گلخانه UTIA با به کاربردن این رهنمودها، آگاهی لازم را کسب و پروسه‌ها را دنبال می‌کنند و برای اطلاع بیشتر از رهنمودها و بکارگیری شرایط لازم در گلخانه های تراریخته به مقاله این گلخانه مراجعه شود (۱۳).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

جدول ۱- ویژگی‌ها لازم برای محدویت گلخانه‌ها (۱٤)

سطوح ۲ ایمنی‌زیستی	سطوح ۱ ایمنی‌زیستی	قراردادی	
		قاب‌ها از جنس آلومینیوم، استیل و چوب باشد.	ساختار
درهای ورودی قفل‌دار باشد		چارچوب درهای ورودی لولادار باشد.	ورودی‌ها
		گلخانه دارای شیشه‌های استاندارد یا مواد پلاستیکی باشد.	شیشه (گلایزینگ)
30-mesh یا ریزتر	توصیه می‌شود	غربال‌های mesh ۳۰ برای جلوگیری از حشرات پرواز کنند.	غربال
		در پشت بام از فن‌ها، سیستم مه یا یک ترکیبی از این موارد استفاده شود.	سیستم تهویه
		از مواد جامد یا کف‌های متخلخل می‌توان استفاده نمود.	نیمکت
مواد غیرقابل نفوذ، جمع‌آوری رواناب الزامی است.	پیاده‌روهای غیرقابل نفوذ توصیه می‌شود	سنگفرش‌ها (بیشتر رایج)، خاک یا بتونی باشد.	کف و پیاده‌روها
		تخلیه در آب‌های زیرزمینی یا مجرای فاضلاب	زهکشی
اتوکلاو الزامی است		کنترل اتوماتیک و سیستم‌های مناسب مورد نیاز است	سایر

سطوح ۳ ایمنی‌زیستی (4P)	سطوح ٤ ایمنی‌زیستی (3P)
تقویت کردن، چارچوب محکم، دیوارها و سقف‌ها از مواد سخت و مقاوم در برابر آب و مواد شیمیایی در این سطوح نیاز است.	دیوارهای داخلی، سقف‌ها و کف‌های مقاوم در برابر مایعات و مواد شیمیایی و باد است
درهای اتوماتیک، درهای بدون درز، دارای اتاق پرو و برای دوش گرفتن	استفاده از درهای اتوماتیکی و قفل‌دار
محدود، قوی و داشتن double-paned	چند لایه‌ای، محکم و بدون نفوذ
ورود ممنوع	ورود ممنوع
محدودیت هوا و استفاده از فیلتر HEPA، کنترل وسیع و سیستم فشار منفی، عدم روزنه در سقف‌ها	سیستم فشار منفی، استفاده فیلتر هوا HEPA در خروجی‌ها
بدون درز بودن و مقاوم در برابر مواد شیمیایی بخصوص در مورد نیمکت‌ها	بدون درز بودن و مقاوم در برابر مواد شیمیایی بخصوص در مورد نیمکت‌ها
پوشش سخت و محکم کف‌ها و فضای درونی، جمع‌آوری رواناب و آلودگی‌زایی	استفاده از مواد غیرقابل نفوذ برای میکروب‌ها، جمع‌آوری رواناب و آلودگی‌زایی
نیاز برای جمع‌آوری رواناب و گذاشتن فیلتر برای مجرای فاضلاب	تدارک و وسایل لازم برای جمع‌آوری رواناب و آلودگی‌زایی
استفاده از اتوکلاوهای دو در، سیستم خلا اتوماتیک، فیلترهای با جریان یک طرفه برای همه مواد از قبیل گاز و مایع	استفاده از اتوکلاوه در درون تسهیلات، شستن دست‌ها ، داشتن فیلتر، ضد-عفونی تله‌ها برای لاین‌های مایع

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

نیاز کشور ما به گلخانه تراریخته

زیست‌فناوری در چند جنبه علمی مختلف مانند کشاورزی، پروسه تولید غذا، دارو، حفاظت محیطی و نقش مهمی در خدمات و رفع نیازمندهای بشر دارد (۱۱). استفاده از این فناوری در دهه‌های گذشته منحصر به کشور های توسعه یافته نبود و کشورهای در حال توسعه استفاده از آن را احساس کرده‌اند و با سرمایه‌گذاری در این بخش بدنبال دستیابی به آن بوده‌اند. نقش فناوری به عنوان عنصر مهم برای رشد استحکام اقتصاد کاملا محرز است با پیشرفت دنیا در زمینه زیست‌فناوری، کشور عزیزمان نباید در این زمینه عقب بماند. با توجه به شرایط اقلیمی، کشور ایران به گونه‌ای است که در یک منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین قرار گرفته، از نظر منابع آبی و زمین‌های کشاورزی غنی نیست و به سختی می‌توان احتیاجات غذایی جمعیت رو به رشد را تامین کرد (۲ و ۳). بنابراین تحقیق در عرصه‌های کشاورزی مانند بیماری‌های گیاهی، حشرات و عوامل میکروسکوپی ضروری و نیازمند به محدویت آن‌ها در گلخانه‌های تحقیقاتی است. در گلخانه تراریخته رهنمودهایی در مورد گیاهان و دیگر ارگانیسم‌های تراریخته برای اجرای بهتر محدویت وجود دارد (۱۲، ۱۳، ۱٤ و ۱۵) و این امر به جلوگیری از پخش عوامل بیگانه قبل از ارزیابی آن در محیط و همچنین به توسعه تحقیقات، بخصوص در عرصه کشاورزی کمک شایانی می‌کند (۱۲، ۱۳، ۱٤ و ۱۵).

چشم‌اندازه‌ها و چالش‌ها

با توجه به تحقیقات پایه و کاربردی در زمینه تولید گیاهان تراریخته در کشور آنچه حائز اهمیت است برای رفع نگرانی‌های زیست-محیطی مرتبط با تحقیقات تولید گیاهان تراریخته بهتر است مطالعه این گیاهان در گلخانه‌های تراریخته انجام گیرد اما برای انجام این کار با چالش‌های روبه رو هستیم. از چالش‌ها مهم در کشور ما این است که بسیاری از دانشگاه‌ها بودجه کافی برای ایجاد چنین زیر-ساختی (گلخانه تراریخته) ندارند و بنابراین لازم است که دولت در این مورد کمک‌های ویژه‌ای را در نظر بگیرد. بعلاوه جهت صرفه-جویی در هزینه‌ها می‌تواند در شهرهای بزرگ و مراکز استان‌ها که چند دانشگاه بزرگ کنار هم هستند یک مجموعه مجهز و پیشرفته در این خصوص راه‌اندازی کند تا صرفه‌های اقتصادی نیز در نظر گرفته شود.

چالش دیگر آن است که سیستم نظارتی و چارچوب تنظیمی خاصی برای این نوع گلخانه‌ها در کشور ما ابلاغ نشده است. مثلا در کشور ما تعداد کمی از این گلخانه‌ها ساخته شده است؛ و افراد سازنده به تناسب تجربه و

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

توان اقتصادی خود این نوع گلخانه‌ها را ساخته‌اند و از طرفی مدعی زیرساخت‌های لازم در امور تحقیقاتی بر روی این گیاهان هستند. حال آنکه قاعدتا بایستی یک سیستم نظارتی و صدور مجوز پایان کار برای این نوع گلخانه‌ها وجود داشته باشد.

چالش سوم در این خصوص آن است که شخص تعمیرکار و ساکنین مجاور و افراد مرتبط با گلخانه تراریخته باید اطلاعات و دانش لازم در مورد اعمال محدویت را کسب کنند و این عمل باعث مراقبت و جلوگیری از پخش مواد پژوهشی در محیط می‌شود.

References

منابع مورد استفاده

۱- اکرمی ا و قاسمی قهساره م. (۱۳۸۷). گلخانه، فن‌آوری و کاربردها. چاپ اول. انتشارات کوشامهر. شیراز. ۳۱۸ ص.

۲- باقری ع و مشتاقی ن. (۱۳۸٤). بیوتکنولوژی گیاهی: پیشرفت‌ها و تلاش‌های پیش‌رو. چهارمین همایش ملی بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران.

۳- باقری ع. (۱۳۸٦). بیوتکنولوژی گیاهی. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳٦ ص

٤- حسندخت م. (۱۳۸٦). مدیریت گلخانه (تکنولوژی تولید محصولات گلخانه‌ای). چاپ دوم. انتشارات سلسبیل. قم. ۳۷٦ ص.

۵- خوانساری ن. ا. (۱۳۷۹). فناوری و ایمنی‌زیستی و دستوالعمل‌های ایمنی. چاپ اول. انتشارات هامون تهران. ۱۳۷ ص.

٦- خوشخوی م.، شیبانی ب.، روحانی ا. و تفضیلی ع. (۱۳۸۷). اصول باغبانی. چاپ هفدهم. مرکز نشر دانشگاه شیراز. ۵۹٦ ص.

۷- شیراوند د. (۱۳۹۲). مهندسی‌سازه و مدیریت گلخانه. چاپ اول. انتشارات مرز دانش تهران. ۵۲٤ص.

۸- محبوب خمامی ع. (۱۳۸٤). سازه‌های گلخانه‌ای. کریستین وون زابلتی تز. چاپ اول. انتشارات حق‌شناس رشت. ۱۵۱ ص.

۹- هاشمی م و شجاع الساداتی ع. (۱۳۸۹). مواد غذایی اصلاح شده ژنتیکی: فرصت‌ها و چالش‌ها. فصل‌نامه علوم و صنایع غذایی. شماره ۱. دوره ۷.

10– Brandenberg, B., Sensi, A., Ghosh, K. and Sonnino, A. (2011). Biosafety Resource Book, Module D: Test and post-release monitoring of genetically modified organisms (GMOs). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

11- FAO. (2009). Biosafety of Genetically Modified Organisms: Basic concepts, methods and issues.

12- Murenga, G.M., Mugo, S.M., Odhiambo, B., McLean, S. and Taracha, C. (2011). Manual for biosafety level II greenhouse for research on transgenic plants at KARI biotechnology centre. IRMA project.

13- The University of Tennessee institute of Agriculture Greenhouse Facilities. (2011). Plant Containment Manual for Plant Studies involving Recombinant DNA in the UTIA Greenhouse Facilities. Transgenic Plant Containment Manual (UTIA Greenhouses).

14- Traynor, P.L., Adair, D. and Irwin, R. (2001). A practical guide to containment: greenhouse research with transgenic plants and microbes. Blacksburg, Virginia: Information Systems for Biotechnology.

15- Traynor, P.L., Adair D. and Irwin, R. (2008). A practical guide to containment: greenhouse research with transgenic plants and microbes. Blacksburg, Virginia: Information Systems for Biotechnology. Second edition.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-12-19]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]

Feature of transgenic greenhouse and necessity of developing them in Iran

Ahmad Ismaili*, Mitra Khademi

Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

ismaili.a@lu.ac.ir

Abstract

Many countries have entered in trade and cultivation of transgenic plants. Some countries don't enter in this area because of transgenic plants risk for the natural environment. However, most of countries have program on research and development about transgenic plants (even if there isn't commerce of transgenic plants). In our country, numerous research centers and universities have researched on basic and applied science in the field of transgenic plants with different purposes. It is better to culture transgenic plants in transgenic plant greenhouse instead of conventional greenhouses to eliminate environmental concerns associated with transgenic plants producing research. Also, existences of these greenhouses are useful in commercialization, cultivation development and releasing studies of transgenic crops. Our country is very weak in transgenic greenhouse properties. Little scientific resources (or almost no) on this issue have been reported in published books and articles within the country; Thus, we aimed to in this paper to study the characteristics of transgenic greenhouses (especially in terms of structure and levels of biosafety).

Keywords: Biosafety, Biotechnology, Transgenic plants, greenhouse, Transgenic Greenhouse feature

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.2.1]