



پژوهشکده سبزی و صیفی



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی

تناوب در محصولات سبزی و صیفی گلخانه‌ای



نگارنده:

علی فرهادی

شماره نشریه



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

موسسه تحقیقات علوم باغبانی

تناوب در محصولات سبزی و صیفی گلخانه‌ای

نگارنده:

دکتر علی فرهادی

استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان و پژوهشگر مروج ارشد

۱۳۹۸



نشریه فنی: تناوب در محصولات سبزی و صیفی گلخانه‌ای

نگارنده: علی فرهادی

ویراستاران: محمدرضا ایمانی و شهید هناره

ناشر: موسسه تحقیقات علوم باغبانی

شمارگان: ۱۵

تاریخ انتشار: ۱۳۹۸

مسئولیت درستی مطالب با نویسنده است.

از مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی

مورخ

این نشریه با شماره

کشاورزی به ثبت رسیده است.

نشانی: کرج جاده محمد شهر - انتهای خیابان شهید همت - موسسه تحقیقات علوم باغبانی

تلفن: ۰۲۶-۳۶۷۰۵۰۶۲ - دورنگار: ۰۲۶-۳۶۷۰۰۸۹۵ - کد پستی: ۳۱۷۷۷۷۴۱۱ - صندوق پستی: ۱۴۷-۳۱۷۵۵

<http://www.hsri.ac.ir>

فهرست مطالب

صفحه	عناوین
۱	چکیده.....
۱	مقدمه.....
۲	تناوب زراعی چیست؟ (چرا تناوب در گلخانه‌ها انجام می‌گردد؟).....
۳	آیش.....
۴	الگوی کشت.....
۴	فاکتورهای مؤثر در رعایت تناوب در گلخانه‌ها.....
۵	انتخاب نوع محصول.....
۱۰	توالی محصول.....
۱۰	انتخاب گونه‌های متفاوت در تناوب.....
۱۱	آب آبیاری.....
۱۲	ساختمان، حاصلخیزی و میزان بهره‌وری از خاک.....
۱۴	کشاورزی حفاظتی درون گلخانه‌ها.....
۱۵	تراکم بوته و کشت توأم.....
۱۶	کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز.....
۱۸	توسعه ریشه.....
۲۰	توزیع نیروی انسانی.....
۲۰	عوامل اقتصادی.....
۲۲	نتیجه‌گیری کلی.....
۲۳	منابع مورد استفاده.....

چکیده

ایران در منطقه خشک و نیمه خشک جهان واقع شده است. صنعتی شدن، تولید گازهای گلخانه‌ای، دخالت انسان در طبیعت و تخریب آن، تغییر اقلیم و بسیاری موارد مخرب دیگر منجر به بروز پدیده خشک سالی گردیده است. از طرف دیگر ازدیاد جمعیت و نیاز غذایی جوامع، متصدیان تولید مواد گیاهی را وادار به ورود به عرصه محیط‌های کنترل شده و کشت‌های گلخانه‌ای نموده است. طبق آخرین آمار سطح زیر کشت گلخانه‌ها حدود ۱۶۰۰۰ هکتار است که در افق ۱۴۰۴ به ۴۸۰۰۰ هکتار افزایش خواهد یافت. کشت‌های گلخانه‌ای علیرغم تولید زیاد در واحد سطح نسبت به هوای آزاد، به دلیل سرمایه مورد نیاز برای احداث سازه، سیستم‌های گرمایشی، سرمایشی، تهویه، تغذیه، آبیاری و ... هزینه تولید هر واحد محصول در گلخانه افزایش می‌یابد بنابراین تولید کنندگان برای جبران هزینه‌ها، کشت‌های پی‌درپی و متوالی انجام می‌دهند و این مسئله سبب عدم رعایت تناوب در کشت محصولات می‌شود. بنابراین باید گلخانه‌دار قبل از تصمیم‌گیری برای انتخاب نوع محصول، اصول تناوب و آیش در کشت‌های خاکی محصولات گلخانه‌ای را در نظر بگیرد و در انتخاب محصول شرایط بازار و عوامل اقتصادی دخیل در قیمت و فروش محصول را رعایت نماید سپس میزان نهاده‌های در اختیار همچون آب و زمین را برای تصمیم‌گیری نوع کشت در نظر گرفته و نوع گیاه، میزان توسعه ریشه و اندام هوایی، تراکم بوته در واحد سطح، مقدار برداشت عناصر غذایی از خاک، زمان برداشت یا طول دوره رشد، تولید سالم محصولات، شناخت آفات مشترک در بین گیاهان و ... را در برنامه دوره تناوب پیش‌بینی نماید. بدون شک توجه به این اصول، پایداری تولید، افزایش عملکرد در واحد سطح و تولید سالم محصولات را در پی خواهد داشت.

مقدمه

گلخانه‌داران به دلیل سرمایه‌گذاری سنگین که در مرحله احداث سازه، نصب پوشش و ادوات سرمایشی و گرمایشی متحمل می‌شوند و همچنین هزینه بالای تولید در هر فصل، به ناچار اقدام به کشت متوالی درون گلخانه می‌نمایند تا سرمایه بکار رفته در زمانی نه‌چندان طولانی بازگشت شود. بنابراین زمین گلخانه با عدم رعایت آیش مواجه شده و در بسیاری مواقع زمان بین حذف اندام هوایی کشت قبل و آماده‌سازی زمین برای کشت مجدد، بدون وقفه و با کوتاه‌ترین زمان ممکن انجام می‌شود که در درازمدت منجر به بروز مشکلات متعددی برای گلخانه‌دار می‌گردد. کشت مداوم و پی‌درپی یک محصول درون گلخانه طی چند سال، سبب کاهش تدریجی عملکرد می‌شود همچنین علف‌های هرز درون گلخانه گسترش یافته و آفات و بیماری‌ها مستقر شده و کنترل و کاهش جمعیت آن‌ها به سختی انجام می‌شود. تعادل تغذیه‌ای در اعماق مختلف خاک به هم خورده و سبب غیر حاصلخیز شدن خاک بستر می‌شود. همچنین هدر رفت آب افزایش یافته و بهره‌برداری مطلوب از نهاده‌های تولید کاهش می‌یابد. بسیاری از گلخانه‌های احداث شده در زمین شخصی و یا در

شهرک‌های گلخانه‌ای که سالیان گذشته فعال بوده‌اند و به‌صورت استیجاری در اختیار مستأجران قرار گرفته به دلیل کشت مداوم، و عدم رعایت تناوب، امروزه از حیز انتفاع خارج شده و عملکرد به‌شدت افت نموده است. بنابراین قبل از اینکه مشکلات ذکر شده به دلیل عدم رعایت تناوب در گلخانه بروز نماید، باید تولیدکننده برنامه مشخصی برای تولید داشته باشد که مسلماً مسائل زمان کاشت، پذیرش بازار، اقتصادی بودن تولید محصول و بسیاری موارد دیگر در کنار اصول و قوانین تناوب زراعی مدنظر قرار گیرد، سپس اقدام به کشت نماید. در این نوشتار به اهمیت تناوب و تأثیراتی که بر تولید می‌گذارد اشاره خواهد شد. مسلماً^۱ این نشریه عاری از عیب و نقص نیست. منتظر دریافت انتقادات و پیشنهادهاى اساتید، کارشناسان و گلخانه‌داران عزیز هستیم. امیدوارم این نشریه اثربخشی کافی برای افزایش دانش در مدیریت گلخانه بهره‌برداران بخصوص رعایت تناوب و بهره‌گیری از گیاهان جدید داشته باشد.

تناوب زراعی چیست؟ و چرا تناوب در گلخانه‌ها انجام می‌گردد؟

جایگزینی گونه‌های گیاهی در زمان در همان فضایی که محصول قبلی وجود داشته است یا توالی زمانی کاشت محصولات مختلف سبزی و صیفی در یک گلخانه با ترکیب ثابت را تناوب زراعی^۱ گویند. رعایت تناوب در کشت محصولات گلخانه‌ای باید باعث افزایش عملکرد محصولات در مقایسه با کشت مستمر گردد و بازده اقتصادی کار و سرمایه افزایش یابد. امروزه تولیدات گلخانه‌ای با نگرشی بر تولید محصول سالم و عملیات مناسب کشاورزی (GAP)^۲ و با رعایت تناوب مطلوب، و با اجرای کشاورزی حفاظتی، مدیریت و انجام می‌گردد.

در تناوب محصولات کشت شده و عملیات انجام شده جهت کشت محصولات در یک قطعه طی یک سال، بر تولید و عملکرد محصولات در تناوب تأثیر می‌گذارد. هرگاه نتوان توالی محصولات را طی سال‌های دوره تناوب تعیین کرد و یا اصول توالی محصولات در تناوب رعایت نشده باشد، تناوب اشکال داشته و اثرات منفی بر تولیدات آتی می‌گذارد. رعایت تناوب در گلخانه با کشت هوای آزاد و مزارع بزرگ تفاوت فاحشی دارند زیرا هزینه‌های هنگفتی بابت احداث سازه و ادوات جانبی در گلخانه صرف می‌شود که بهره‌بردار گلخانه‌ای ملزم به تولید مداوم برای برگشت سرمایه و سوددهی است از طرف دیگر تولید در گلخانه تابع شرایط اقلیم نیست در مقایسه با کشت فضای باز همان منطقه و در تمام فصول سال در صورت توجیه اقتصادی قابل اجرا است.

¹- Crop Rotation

²- Good Agricultural Practice

عدم کاشت محصول در یک قطعه زمین در یک فصل یا سال یا چندین سال زراعی را گویند. معمولاً در گلخانه به واسطه هزینه هنگفت بابت احداث سازه، آیش رعایت نمی‌شود. اگر درون گلخانه‌ای کاشت صورت نگیرد و آیش گذاشته شود به دلیل عدم وجود رطوبت کافی درون گلخانه، پلاستیک خیلی سریع‌تر تخریب می‌شود بنابراین توصیه می‌شود در مواقعی که گلخانه در حال آیش قرار دارد حتی‌الامکان هفته‌ای دو نوبت آب‌پاشی درون گلخانه صورت گیرد تا رطوبت نسبی محیط افزایش یابد. معمولاً³ عملیاتی مانند آیش به دلیل عدم ورود ماده غذایی به خاک، منجر به کاهش مواد آلی خاک و به طبع کاهش حاصلخیزی پایدار خاک می‌گردد. بنابراین پس از آیش قبل از اقدام به کشت، باید نمونه خاک گلخانه به آزمایشگاه ارسال گردد و بر مبنای نتایج حاصل از آزمایش صورت گرفته، اقدام به توصیه کودی نمود. بهتر است در گلخانه، آیش فصلی نیز در کوتاه‌ترین زمان انجام شود.

اگر آیش محصولی (فاصله بین برداشت محصول قبلی و کاشت محصول بعدی) در ماه‌های سرد سال اتفاق بیافتد و امکان رخداد یخبندان فراهم باشد، بهتر است منافذ و دریچه‌های سقفی و کناری گلخانه را بازنموده و اقدام به آبیاری غرقابی کرده تا اصطلاحاً یخ آب زمستانه اتفاق بیافتد. این باعث یخ زدن آب در زمین شده و این یخ‌زدگی سبب آسیب به حشرات و احتمالاً بعضی بیماری‌ها از جمله نماتدها می‌گردد و کلونید خاک با انقباض و انبساط ناشی از یخ‌زدگی سبب بهبود نفوذپذیری می‌گردد.

در صورتی که آیش فصلی در تابستان امکان‌پذیر است بهتر است شخم عمیق همراه با مصرف کود دامی تازه و مقداری کود اوره و به دنبال آن آبیاری انجام شود و پس از انجام این فعالیت‌های ذکر شده کل سطح خاک زیرپوشش پلاستیک شفاف قرار گیرد معمولاً³ این آیش فصلی در فصل گرم سال، اواسط تیرماه تا اواسط شهریورماه انجام می‌گردد با استفاده از انرژی خورشیدی و پلاستیک شفاف و کود دامی تازه³ صورت می‌گیرد و افزایش دمای خاک تحت شرایط ذکر شده باعث کاهش جمعیت نماتد و کنترل پاتوژن‌های خاکری و بذر علف‌های هرز شده و خاک گلخانه برای کشت بعدی مهیا می‌گردد.

آیش برای گلخانه معمولاً³ اعمال نمی‌شود اما در صورتی که قرار است پوشش گلخانه به دلیل مستعمل بودن تعویض گردد و مدت‌زمانی کشت در گلخانه صورت نگیرد بهتر است برای استراحت زمین، کنترل علف‌های هرز و تهیه بستر مناسب جهت گیاه بعدی آیش انجام شود.

³ - Soil Solarization

الگوی کشت

تناوب مورد استفاده در یک گلخانه، یک شهرک گلخانه‌ای، گلخانه‌های یک منطقه، شهرستان، استان و کشور تعیین کننده درصدی از کل زمین‌های کشاورزی است که توسط گلخانه‌ها اشغال شده است که می‌تواند بر اساس نوع محصول تغییر نماید. بنابراین مجموعه درصدهای اشغال شده توسط محصولات را الگوی کشت یا طرح کشت^۴ گویند. به‌طور مثال در بین محصولات سبزی و صیفی کشت شده در گلخانه‌ها بیش از ۶۰ درصد به الگوی کشت خیار گلخانه‌ای اختصاص دارد. به تعبیری دیگر الگوی کشت مجموعه‌ای از گلخانه‌ها را بر اساس نسبت سطح زیر کشت یک محصول به کل مساحت گلخانه‌ها یا مزارع همان مجموعه از گلخانه‌ها یا مزارع محاسبه می‌کنند.

عوامل مؤثر در رعایت تناوب درون گلخانه‌ها

تولید و رعایت تناوب در گلخانه‌ها به مسائل متعددی وابسته است. تنوع محصولات سبزی و صیفی و نحوه چیدمان در برنامه تناوب تحت چندین عامل قرار می‌گیرد.

- ۱- تقاضای بازار به محصول خاص و بازار مصرف
- ۲- تأمین نهاده‌ها و فاصله محل تولید تا بازار، فرصت و موقعیت فصلی و دسترسی به نهاده‌های کشاورزی همچون بذر، کود، سم، جاده‌ها و وسایل ارتباط جمعی
- ۳- توجیه اقتصادی از نظر تولید اقتصادی و درآمد حاصله
- ۴- میزان حاصلخیزی و باروری خاک
- ۵- نوع علف‌های هرز موجود و شیوع بیماری و آفات
- ۶- ریسک تولید و فروش محصولات کشت شده در تناوب
- ۷- وجود ناسازگاری بین محصولات کشت شده در تناوب بر مبنای رابطه خویشاوندی
- ۸- رعایت ترتیب زمانی هر گیاه برای کاشت و تقاضای بازار برای محصول تولید شده
- ۹- بازه زمانی کشت تا برداشت محصولات در تناوب
- ۱۰- نیاز آبی و روش آبیاری محصولات در تناوب
- ۱۱- سیاست‌های دولت در خصوص ممنوعیت کشت برخی محصولات
- ۱۲- میزان نیاز فضای مورد نیاز هر گیاه در تناوب و نحوه کشت و داشت آن
- ۱۳- اثرات باقیمانده گیاهی محصول قبلی در تولید محصول بعدی طبق کشت قبلی چه محصولی می‌توان کشت که رشد بهتری در باقیمانده کاه و کلش و یا پوشش قبلی دارد
- ۱۴- نوع سازه گلخانه‌ای

^۴- Planting Pattern

۱۵- امکان کشت محصول در تناوب با سایر محصولات از نظر آفات و بیماری‌های مشترک

در گلخانه‌ها به دلیل اینکه به صورت حرفه‌ای بر روی یک محصول متمرکز می‌شوند و سطوح گلخانه‌ها نیز اکثراً محدود و کم هست لذا نمی‌توان در یک گلخانه هم‌زمان چند محصول را در قطعات مختلف کشت نمود زیرا شرایط کشت و کار و عوامل محیطی خاصی برای هر محصول در گلخانه حاکم است. اگر گلخانه‌ها گسترده و سطوح زیر کشت زیاد باشد می‌توان هر سالن مجزا را اختصاص به محصول خاصی نمود و پس از پایان برداشت محصول، نسبت به تهیه زمین اقدام نموده و محصولی غیر از محصول قبلی کشت گردد.

تعداد سالن‌های گلخانه برابر تعداد سال‌ها یا فصول یک سیکل تناوبی می‌باشد به عبارت دیگر، واحد قطعه‌بندی، قرار گرفتن یک محصول در یک سالن گلخانه در یک سال است. به دلیل کوچک بودن سطوح گلخانه‌ها و خرده مالکی، نمی‌توان سیکل تناوبی را خیلی متنوع در نظر گرفت. مسائل اقتصادی، نیاز بازار و پربازده بودن برخی محصولات در انتخاب نوع محصول در گلخانه‌های کوچک بیشتر نقش ایفا می‌کنند.

گلخانه‌ها با مساحت کم عمدتاً نزدیک روستاها و شهرها بوده و بیشتر به کشت متنوع محصولات سبزی و صیفی می‌پردازند و نزدیکی به بازار مصرف عامل تأثیرگذار بر انتخاب نوع محصول است. درحالی‌که در گلخانه‌های با مساحت زیاد معمولاً "دورتر از روستاها و شهرها بوده و به شکل اختصاصی اقدام به کشت یک محصول خاص می‌نمایند و به صورت تخصصی بر کشت محصولی خاص متمرکز شده‌اند و غالباً بازار هدف برای این گلخانه‌های بزرگ، نقاط دوردست و خارج از کشور که از قبل پیش‌بینی شده است.

انتخاب نوع محصول

در انتخاب نوع محصول برای توالی و کشت در تناوب درون گلخانه باید به نیازهای تولید و خصوصیات محصولات مورد کشت، زمان برای تهیه بستر و پوسیدگی بقایای گیاهی یا حذف بقایا از محیط گلخانه، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها، میزان رطوبت خاک و ... توجه کافی صورت پذیرد. دوره‌های تناوب بر اساس نوع گیاهان مورد استفاده می‌تواند کوتاه مدت یک ساله و یا بلندمدت تا شش ساله باشد. یک تناوب ساده می‌توان به کشت کود سبز، کشت سبب‌زمینی، کشت پیاز، کشت کلم‌ها و لوبیاهای اختصاص یابد. امروزه در کشت هوای آزاد سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی^۵ مطرح است و اعتقاد کلی بر این اصل استوار است که کشت‌های تک محصولی و پی‌درپی بدون رعایت تناوب، منجر به تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای در محیط زیست می‌گردد و عزم جدی برای توسعه کشت‌های توأم و افزایش بهره‌وری از واحد سطح از طریق رعایت تناوب بین محصولات می‌باشد. مقایسه‌ای بین کشت متناوب ذرت-سویا و کشت مداوم ذرت صورت

⁵ -No tillage management

گرفته و نشان داده است تناوب کشت سبب افزایش ۲۰ درصدی عملکرد و کاهش ۳۵ درصدی انتشار اکسید نیتروژن گردیده است.

در شرایط گلخانه‌ای به‌طور مثال گیاهانی که می‌توان در دوره تناوب قرارداد شامل گیاهان ریشه‌ای همچون هویج، چغندر لبویی، شلغم، تربچه و پیازهای سبز بوده و در گیاهانی که قسمت رأس آن‌ها مصرف می‌گردد شامل انواع کاهوها، کلم چینی، گیاهانی که برگ آن‌ها مصرف می‌گردد شامل اسفناج، کلم پیچ، و گیاهانی که به‌عنوان سالاد مورد استفاده غذای کودکان قرار می‌گیرد شامل کاهو، اسفناج، کلم، چغندر لبویی، بنابراین برای این گیاهان جدول تناوبی به شرح جدول یک و جدول دو برای چهار محصول سبزی و صیفی پر کاربرد در گلخانه (خیار، گوجه‌فرنگی، ریحان و تربچه) قابل پیشنهاد است.

بر اساس پیشنهادهای ارائه شده در نشریه مبانی و ضوابط توسعه گلخانه‌ها قبل از انتخاب فرم سازه، باید نوع محصولات مورد کشت در گلخانه مشخص گردد زیرا با توجه به نوع محصول، بارهای وارده بر گلخانه متفاوت خواهد بود. به‌طور مثال گلخانه سبزی‌های داربستی به‌مراتب بار بیشتری نسبت به گلخانه تولید گل شاخه بریده یا فصلی (باغچه‌ای) تحمل خواهند کرد.

جدول ۱- برنامه تناوب برای برخی گیاهان در شرایط گلخانه‌ای

سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم
بستر اول یا سالن اول در گلخانه	سبزی‌های ریشه‌ای	گیاهان سالادی	سبزی‌هایی که قسمت هوایی مصرف می‌شود
بستر دوم یا سالن دوم در گلخانه	سبزی‌هایی که قسمت هوایی مصرف می‌شود	سبزی‌های ریشه‌ای	گیاهان سالادی
بستر سوم یا سالن سوم در گلخانه	سبزی‌های برگی	سبزی‌هایی که قسمت هوایی مصرف می‌شود	گیاهان سالادی
بستر چهارم یا سالن چهارم در گلخانه	گیاهان سالادی	سبزی‌های برگی	سبزی‌هایی که قسمت هوایی مصرف می‌شود

طبق تقسیم‌بندی انجام شده گیاهانی که کشت آن‌ها در گلخانه مرسوم است شامل الف- سبزی‌های میوه‌ای (خیار، گوجه‌فرنگی، فلفل، طالبی، بادمجان، هندوانه)، ب- سبزی‌های برگی و ریشه‌ای (ریحان، شاهی یا تره تیزک، تره ایرانی، جعفری، تربچه، کاهو، شلغم، کلم‌ها، چغندر لبویی و ...) ج- توت‌فرنگی، د- موز که نیاز به گلخانه‌های مرتفع دارد، ه- گیاهان زینتی شاخه بریده معتدله یا سردادوست (رز، شب بو، میخک، لیلیوم، مارگریت، آلسترومریا)، زینتی شاخه بریده گرمادوست (ارکیده، مریم، استرلیزیا، ژربرا، گلالیل، آنتوریوم)، و- آپارتمانی گل‌دار (سیکلمن، پامچال، آزالیا، بگونیا، کالانکوئه، دیفن باخیا، کلادیوم، اسپاتی‌فیلوم، آگلونما، کروتون، فیکوس، بنجامین، مارانتا، آزالیا، شفلرا، فیکس، سانسوریا، پاندانوس، لیندا)، ز- گیاهان زینتی فضای

سبز شامل (درختان و درختچه‌های زینتی و بوته‌های دائمی) و گیاهان نشایی فصلی (اطلسی، آلیوم، آهار، کوبک، جعفری، ناز، پریش، سلوی و ...) هستند.

جدول ۲ - دوره تناوب یکساله و نیم پیشنهادی برای گلخانه‌های سبزی و صیفی

کشت بهمن خیار	کشت خرداد ریحان	کشت مرداد گوجه‌فرنگی	کشت اردیبهشت تربچه
مدت زمان از کشت تا پایان برداشت			
۵ ماه	۲,۵ ماه	۹ ماه	۱,۵ ماه
=====	=====	=====	=====

امروزه با نگرش جدیدی که به مقوله گلخانه‌ها باز شده است با توجه به کمبود منابع از جمله کم‌آبی بخصوص در مناطق مرکزی، جنوبی و شرق ایران، سیاست وزارتخانه جهاد کشاورزی بر این اصل استوار شده که از مساحت کشت‌های هوای آزاد کاسته شود انتقال تولید سبزی و صیفی از فضای باز به گلخانه و محیط‌های کنترل شده و توسعه محیط‌های گلخانه‌ای انجام شود بنابراین کشت بسیاری از محصولات مانند غلات و علوفه ممکن است در آینده به درون گلخانه منتقل گردد همچنان که کشت برخی درختان و درختچه‌های میوه نیز در گلخانه انجام می‌گردد.

انتخاب محصولات مختلف در برنامه تناوب درون گلخانه‌ها محدود است. معمولاً" در هر منطقه گلخانه‌داران به صورت حرفه‌ای روی محصولی خاص تمرکز می‌کنند و کشت متوالی از این محصول را انجام می‌دهند. در برخی مناطق مصطلح است که فلانی خیار کار است یا اینکه گوجه کار است این رویه اگرچه محاسنی از نظر تولید تخصصی دارد اما تبعات منفی فراوانی از حیث کاهش عملکرد یا گسترش آفات و بیماری-ها به همراه دارد. خوشبختانه با توجه دولت به مقوله گلخانه‌ها، و سیاست کاهش سطح زیر کشت هوای آزاد و انتقال تولید گیاهان به درون گلخانه‌ها که ناشی از کم‌آبی در بسیاری از مناطق مرکزی است جای امیدواری است که تنوع کشت محصولات گلخانه‌ای در آینده نزدیک افزایش یابد. با عنایت به تحقیقات انجام شده در خصوص کشت غلات و علوفه در محیط‌های گلخانه‌ای و نتایج مثبتی که حاصل شده است می‌توان در برنامه-های تناوب گلخانه‌ای محصولات مختلف را جایگزین نمود.

گیاهان خانواده نخود عموماً محصولات پرفایده‌ای در الگوی تناوب هستند. همچنین پیاز، کاهو و کدوها معمولاً" گیاهان پرمفعتی در برنامه تناوب هستند. و سیب‌زمینی بهترین عملکرد را پس از ذرت به دست می‌آورد.



شکل ۱- کشت داربستی سبزی‌های میوه‌ای (هندوانه، خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل) درون گلخانه

انتخاب برخی واریته‌ها بر اساس خصوصیات رشدی و وضعیت سطح سبز بوته بر تراکم آن تأثیر گذاشته و تعداد بوته در واحد سطح تابع وضعیت بوته قرار می‌گیرد و اینکه چه میزان بیوماس در خاک ذخیره می‌نماید در دوره تناوب تغییر خواهد کرد.

خانواده بادمجانیان شامل گوجه‌فرنگی، فلفل، بادمجان و خانواده کدوئیان شامل طالبی، خیار، هندوانه و کدو بیش از ۸۰ درصد سطح کشت گلخانه‌ها را شامل می‌شود. به دلایل زیر کشت این گیاهان در گلخانه عمومیت دارد. ۱- تقاضای بازار این گیاهان زیاد مصرف می‌شوند. ۲- رشد نامحدود هستند چون رشد نامحدود^۶ دارند برای شرایط گلخانه سازگاری دارند و ۳- طول دوره رشدی طولانی دارند.



شکل ۲- کشت سبزی و صیفی غده‌ای (سیبزمینی) درون گلخانه

باید در طراحی سازه اولیه گلخانه‌ها، پیش‌بینی کافی برای کاشت انواع محصولات با سازه موجود و در سالن‌های مختلف فراهم باشد.

^۶ - Indeterminate



شکل ۳- کشت سبزی‌های برگ‌ری (ریحان) درون گلخانه

برخی سبزی‌های برگ‌ری و غده‌ای در شرایط گلخانه قابل تکثیر هستند اما ممکن است به دلیل شرایط گرم و مرطوب حاکم در گلخانه، برخی سبزی‌ها گلدهی ناخواسته^۷ بکنند و بر کیفیت و عملکرد محصول تأثیر منفی بگذارد.

کشت بدون خاک شرایط ویژه‌ای را می‌طلبد بنابراین سیستم تولید و بسترهای خاصی برای این کار در نظر گرفته می‌شود و گیاه کاشته شده در این شرایط چون به بستر خاک وابسته نبوده بنابراین در صورت ایزوله کردن محیط و رعایت نکات مدیریتی می‌توان کشت یک گیاه را پشت سرهم انجام داد.



شکل ۴- کشت بدون خاک سبزی‌های برگ‌ری (کاهو) در ارتفاع درون گلخانه

^۷ -Bolting

توالی محصولات

انتخاب گونه‌های متفاوت در تناوب

محصولات انتخاب شده را بایستی به ترتیبی خاص و با توجه به عوامل مؤثر، طی فصول متوالی در یک قطعه زمین کاشت. توالی گیاهان به نحوی باشد که هر محصول عملکرد محصول بعدی را افزایش دهد و یا حداقل موجب نقصان آن نگردد. نقش عوامل ساختمان و حاصلخیزی خاک، کنترل آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز، میزان رطوبت خاک و نحوه رشد ارقام در انتخاب مؤثرند. مطابق جدول سه گیاهان هم‌خانواده با خصوصیات مشترک را می‌توان هم‌زمان باهم کاشت اما به دنبال هم نمی‌توان کاشت و بهتر است از گیاهان با خانواده مختلف پشت سرهم کاشته شوند.

اولویت مراحل تعیین تناوب زراعی

- ۱- عوامل اقلیمی، خصوصیات خاک، حشرات و بیماری‌ها، عوامل اجتماعی و اقتصادی
- ۲- آب، نیروی انسانی، ماشین‌آلات، اندام قابل مصرف گیاه، عوامل زراعی
- ۳- راندمان بهره‌وری از زمین، اثر بقایای گیاهی، فرسایش خاک، علف‌های هرز
- ۴- توجه به ساختمان و حاصلخیزی در تناوب

جدول ۳- گیاهان مختلف تحت خانواده مشترک

خانواده							
Cucurbitaceae	Asteraceae	Chenopodiaceae	Fabaceae	Brassicaceae	Apiaceae	Alliaceae	Solanaceae
کدوئیان	کاسنی	اسفناجیان	نخودیان	شب بو	چتریان	پیازی‌ها	بادنجانیان
خیار	کاهو	چغندر لبویی	انواع لوبیا	کلم پیچ- کلم	هویج	پیاز	گوجه‌فرنگی
کدو	آندبو	اسفناج	نخودفرنگ	گل	کرفس	تره‌فرنگی	سیب‌زمینی
هندوانه	فرانسوی		ی	بروکلی (کلم)	جعفری	موسیر	فلفل
	شیکوره			(سبز)	زردک	سیر	بادمجان
	آرتیشو			کلم تکمه‌ای-			
				تربچه-شلغم-			
				کلم قمری			

توالی گیاهان در تناوب بهتر است بر اساس ساختمان و حاصلخیزی خاک قرار گیرند گیاهان وجینی یا پس از گیاهانی از خانواده حبوبات یا پس از کود سبز قرار گیرند و یا اگر امکان کشت حبوبات و کود سبز مقدور نیست لازم است قبل از کاشت گیاه وجینی مقدار مناسبی کود حیوانی به خاک داده شود.

آب آبیاری

مسئله آب اصلی ترین عامل در انتخاب محیط‌های کنترل شده^۸ به جای کشت وسیع در مزرعه^۹ است. سیاست فعلی دولت انتقال کشت‌های هوای آزاد به درون گلخانه‌ها است. زیرا مصرف آب در گلخانه‌ها بسیار کمتر از هوای آزاد است (حداقل ۵ برابر کمتر به نسبت یک واحد تولید در واحد سطح). بایستی به مقدار آب موجود در ماه‌ها و حتی هفته‌های مختلف سال، و مهم‌تر از همه به انطباق مقدار آب موجود با نیاز گیاهان در پرمصرف‌ترین ماه سال (تیر و مرداد) و انتخاب محصولات در ارتباط با آب توجه کرد.

نیاز آبی گلخانه در ماه‌های گرم سال به شدت افزایش می‌یابد. جمع حاصل‌ضرب سطح زیر کشت هر محصول مورد آبیاری در گلخانه * دفعات آبیاری * حجم آب مصرفی در هر آبیاری میزان نیاز آبی گلخانه مورد نظر را تعیین می‌کند. طی سالیان اخیر متأسفانه بحران آب به حدی افزایش یافته است که در برخی مناطق در طول ماه‌های گرم سال آب با تانکر به گلخانه‌ها رسانیده تا بوته‌های موجود در گلخانه از بین نروند. توسعه سیستم‌های تحت فشار آبیاری و به کارگیری برخی تکنیک‌های تولید همچون خاک‌پوش‌های پلی‌اتیلن در جلوگیری از تبخیر و کاهش مصرف آب در گلخانه‌ها نقش به سزایی بازی کرده است. فصل کشت نیز در مصرف آب و انتخاب نوع محصول در تناوب تأثیر بسیار زیادی دارد. در طی فصل تابستان ممکن است هرروزه و یک روز در میان سیستم آبیاری قطره‌ای فعال گردد در حالی که در فصل زمستان ممکن است تا یک هفته نیز نیاز به آبیاری نباشد.

در مرحله رشدی هر گیاه، نیاز متفاوتی به آب دارند. محصول خیار در موقع باردهی نیاز شدید به تغذیه و آب دارد و اگر تأمین آب میسر نشود افت عملکرد به وضوح نمایان می‌شود.

محصولات سبزی‌های برگی به دلیل رشد رویشی در مرحله توسعه اندام سبزینه‌ای به آب بیشتری نیازمند است. گیاهان نشایی به محض انتقال نشا از خزانه به زمین اصلی، شدیداً و به دفعات و پی‌درپی به آبیاری جهت استقرار نشا نیاز دارند. لذا انتخاب نوع محصول در برنامه تناوب بایستی مطابقت با نیازمندی هر محصول به آب و میزان کفایت آن برنامه‌ریزی گردد. معمولاً^۸ در مزارع، قطعاتی از زمین‌ها را به عنوان آیش (نکاشت) در نظر می‌گیرند و شاید مهم‌ترین دلیل آیش‌گذاری زمین موازنه آب آبیاری است. اما برای گلخانه‌ها با هزینه‌های سرسام‌آور سازه، پوشش، تأسیسات سرمایشی، گرمایشی، تهویه، اتوماسیون و هزینه جاری تولید هر فصل، معمولاً گلخانه‌داران آیش برای گلخانه در نظر نمی‌گیرند و اصلح این است که با مدیریت صحیح و انتخاب محصول مناسب در دوره تناوب، حداکثر بهره‌وری از آب، فضا و نهاده‌ها صورت پذیرد.

^۸ -Intensive

^۹ -Extensive

در تحقیقی در هوای آزاد، گندم با چند محصول دیگر در تناوب قرار گرفت نتایج آن نشان داد کمترین عملکرد، شاخص تناوب و بهره‌وری آب در کشت متوالی گندم مشاهده شد. پیشنهاد گردید با توجه به کارایی تولید و بهره‌وری انرژی، اقتصادی و آب، بهتر است گندم در تناوب با ذرت علوفه‌ای و سیب‌زمینی یا چغندر قند قرار بگیرد و کاشت کلزا به عنوان گیاه پیش کاشت محصول گندم باشد. همچنین برای تولید پایدار سیب‌زمینی و کاهش خسارت کرم مفتولی بایستی بر روی تناوب‌های زراعی و کیفیت بقایای گیاهی همچون نسبت C/N و مقدار بقایای اضافه شده توجه شود.

در گلخانه‌ها همانند هوای آزاد و مزارع، کشت دوگانه¹⁰ با دو یا سه محصول با یکدیگر در یک سال زراعی انجام می‌شود. مدیریت صحیح تولید و توزیع مناسب آب در کشت‌های دوگانه در افزایش عملکرد و راندمان بهره‌وری از زمین نقش اساسی دارد.



شکل ۵- کشت توأم سبزی برگی (ریحان) و سبزی میوه‌ای (خیار) به صورت ردیفی سمت راست و کرتی درون گلخانه سمت چپ

ساختمان و حاصلخیزی خاک و میزان بهره‌وری از زمین

مقدار بقایای گیاهی که از محصولات مختلف به خاک برگشت می‌یابد، متفاوت است به طور مثال برگرداندن کود سبز گیاهان خانواده لگومینوز به خاک سبب افزایش ماده آلی خاک و بهبود ساختمان خاک می‌گردد. چنانچه مقدار ماده آلی که در یک سیکل تناوبی در اثر برگرداندن بقایای گیاهی محصولات و یا کود سبز به خاک و یا دادن کود حیوانی به مزرعه اضافه می‌شود، کمتر از مقداری باشد که طی همان سیکل تناوبی تجزیه شده و از دست می‌رود، به تدریج از مقدار هوموس خاک کاسته شده و ساختمان خاک تخریب می‌شود. مطلوب آن است که مقدار ماده آلی که طی یک سیکل تناوبی به خاک اضافه می‌شود بیشتر از مقداری باشد که

¹⁰ - Double Cropping or Intercropping

در اثر تجزیه از دست می‌رود، تا به تدریج حاصلخیزی خاک افزایش یافته و ساختمان خاک بهبود یابد. گیاهان بر اساس نیاز به ساختمان مطلوب خاک و مواد آلی موجود در خاک حساسیت متفاوتی دارند که گیاهان جالیزی و سبزی‌ها حساسیت بالایی در این خصوص داشته و به عنوان گیاهان وجینی درجه یک شناخته می‌شوند.

معمولاً کشت یک گیاه لگومینوز یا گیاهی که به عنوان کود سبز نیتروژن را در خاک تثبیت نماید قبل یا بعد از گیاهان براسیکا (کلم‌ها) درون گلخانه‌ها توصیه می‌گردد. در تحقیقی که سبزی و صیفی و یونجه قبل از گندم در برنامه تناوب قرار داشت مشخص گردید نیاز کود نیتروژنی گندم پس از گیاهان ذکر شده به نصف کاهش یافت. یا در گزارشی دیگر برگشت بقایای سیب‌زمینی موجب افزایش معنی‌داری عملکرد بیولوژیکی گندم شد علت را حجم کمتر بقایای سیب‌زمینی، نسبت C/N پایین و سرعت بالای تجزیه بقایای سیب‌زمینی نسبت به سایر تیمارها دانسته‌اند.

عبور و مرور کارگران برای انجام عملیات داشت و برداشت محصول در گلخانه، منجر به متراکم شدن خاک شده و ضرورت دارد گیاهی که بقایایی دارد به خاک برگردانده شود و یا کود سبز و یا کود دامی قبل از یک محصول وجینی به خاک اضافه گردد و در اثر این عمل ساختمان خاک بهبود می‌یابد. گیاهان جالیزی، سبزی‌ها، سیب‌زمینی حساسیت زیادی به ساختمان خاک داشته و به بهبودی ساختمان خاک عکس‌العمل زیادی نشان می‌دهند.

از آنجایی که ساختمان خاک در اثر کشت متوالی محصولات از اوج خود به تدریج نزول می‌کند بایستی ترتیب نیاز محصولات به ساختمان خاک را در تناوب بندی رعایت نمود.

استفاده از یکی از سه نوع کود (دامی، کمپوست باغی و کود سبز) سالیانه در برنامه تناوب و چرخش آن‌ها در سالیان آتی در بهبود بستر کشت می‌تواند مؤثر باشد.

بر مبنای انتخاب نوع محصول که صرفاً رشد رویشی داشته باشد و یا اینکه گیاهی پس از رشد رویشی به فاز زایشی وارد گردد و عملکرد از میوه و دانه آن گیاه حاصل شود طول دوره رشد گیاهان متفاوت بوده و مدت زمانی که زمین را اشغال کرده و مواد غذایی را از خاک جذب می‌کنند متغیر است. گیاهی مانند تربچه یا شاهی (تره تیزک) به مدت ۴۵ روز زمین گلخانه را اشغال می‌کند محصولی مانند فلفل در صورت مدیریت بهینه، ممکن است تا ۱۲ ماه در گلخانه باردهی داشته باشد. هرچقدر فاصله بین برداشت محصول قبلی تا کاشت محصول بعدی کمتر باشد درواقع آیش فصلی کوتاه‌تر بوده و میزان بهره‌وری از زمین بیشتر خواهد بود.

گیاهی که در دوره تناوب قرار می‌گیرد بایستی به فیتوتوکسین حاصله از بقایای محصول قبلی و نیز کیفیت بستر حساسیت نداشته باشد.

برای گیاهان در هر دوره تناوب، بایستی زمان کافی برای پوسیدگی بقایای گیاهی برای محصول قبلی و تهیه بستر برای محصول بعدی فراهم باشد. در برنامه تناوب گلخانه‌ها، بهتر است از گیاهان مختلف با پتانسیل رشد ریشه انتخاب شوند تا از اعماق مختلف خاک مواد غذایی را استفاده نمایند. این مسئله نه تنها بازیابی نهاده‌های مصرفی را امکان‌پذیر می‌سازد، بلکه از آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌کاهد. از عمق‌های مختلف خاک برداشت مواد غذایی صورت می‌گیرد و برخی گیاهان با لاشه و باقیمانده گیاهی در خاک می‌تواند در بالانس و افزایش مواد غذایی خاک کمک نماید.

کشاورزی حفاظتی درون گلخانه‌ها

در برنامه تناوب گلخانه‌ها باید با نگرش کشاورزی حفاظتی عمل شود زیرا با عملیات کم خاک‌ورزی یا بی خاک‌ورزی می‌توان ممانعت از فرسایش خاک نمود همچنین سبب کاهش مصرف انرژی شده و افزایش مواد آلی خاک و بازده محصول را به دنبال خواهد داشت. از طرف دیگر انجام کشاورزی حفاظتی، سبب کاهش هزینه ماشین‌های کشاورزی، سرعت عمل در انجام عملیات کاشت، صرفه‌جویی در زمان و نیروی انسانی می‌شود. بقایای گیاهی در سیستم کشاورزی حفاظتی، علاوه بر کنترل فرسایش خاک، منبع ماده آلی خاک محسوب می‌شود. که این ماده آلی خاک، سبب بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک شده و پس از تجزیه کاه و کلش در خاک، مواد آلی آزاد می‌گردد و در ظرفیت نگهداری آب، حاصلخیزی، نفوذپذیری آب و تهویه نقش اساسی دارد. برآورد شده با اضافه کردن سالیانه ۱۶ تن در هکتار بقایای گیاهی به خاک، میزان مواد آلی به ۲,۴ درصد افزایش می‌یابد. بقایای گیاهی که پس از برداشت روی سطح خاک باقی می‌مانند، خاشاک و مواد دورریختنی نیستند بلکه از منظر کشاورزی حفاظتی، بقایای گیاهی برای بهبود کیفیت خاک و حفاظت در برابر فرسایش بوده، همچنین از بقایای گیاهی برای تغذیه حیوانات و بستری مناسب برای پرورش آن‌ها استفاده می‌گردد. متأسفانه در برخی کشت‌های هوای آزاد بخصوص در کشت‌های انفرادی محصولاتی مانند گندم و جو و برنج در گذشته پس از پایان عملیات برداشت، برای اینکه سریع‌تر زمین برای کشت بعدی آماده گردد اقدام به سوزاندن کاه و کلش محصول قبلی می‌نمودند و خسارات جبران‌ناپذیری از حیث فون و فلور خاک به بار می‌آورد که این کار با توصیه‌های ترویجی که طی سالیان اخیر صورت گرفته به حداقل رسیده است. رویکرد مثبت جدید به کشاورزی حفاظتی در مناطق مختلف کشور خصوصاً در هوای آزاد سبب شده است پس از برداشت برنج در پائیز، کاه و کلش در سطح مزرعه باقی‌مانده و بدون عملیات خاک‌ورزی و یا سوزاندن باقیمانده اندام گیاهی، اقدام به کشت محصول جدید همچون کلزا می‌نمایند.

در گلخانه‌ها متأسفانه مشاهده شده در اواخر دوره برداشت محصول، گلخانه‌دار توجهی به آفات نداشته و در بعضی مواقع طغیان برخی آفات رخ داده که گلخانه‌دار پس از اتمام برداشت، اندام هوایی بوته‌ها را کف بر نموده سپس به بیرون گلخانه منتقل کرده و سوزانیده می‌شوند در صورتی که مدیریت بهینه در طول دوره

برداشت صورت گیرد این اندام هوایی بوته‌ها، منبع غذایی مناسبی برای دام‌ها خواهند بود. اگر اندام هوایی محصول قبل در خاک مدفون شود درواقع مقدار ماده آلی و سرعت تجزیه بافت گیاهی کشت قبلی یا کود سبز مورد استفاده در گلخانه بر اساس نوع و ترکیب شیمیایی اندام هوایی که در عمق خاک قرار می‌گیرد متفاوت است. بقایای رسیده و مسن‌تر نسبت به بقایای جوان، مقدار لیگنین بیش‌تر و سرعت تجزیه آهسته‌تر دارند. وجود نیتروژن برای فرآیند تجزیه ضروری است. کم‌تر بودن نیتروژن بقایا نسبت به کربن، سرعت تجزیه را کندتر می‌کند. اگر مقدار نیتروژن بقایا در گیاهی نظیر ذرت کم باشد (کم‌تر از ۱٫۵ درصد) یا نسبت کربن به نیتروژن (C/N) زیاد باشد (بیش از ۳۰)، فرآیند تجزیه، به نیتروژن اضافی نیاز دارد. این نیتروژن اضافی از منبع نیتروژن معدنی خاک یا کود شیمیایی باید تأمین گردد. بقایای با مقدار نیتروژن بیش‌تر یا نسبت C/N کم‌تر، همانند بقایای گیاهان لگوم، سریع‌تر تجزیه می‌شوند و نیتروژن را آزاد یا معدنی می‌کنند. در برخی منابع مقدار ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به فرم اوره به همراه ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد همراه با شخم و حداقل یک نوبت آبیاری برای تجزیه بهتر بقایای گیاهی قرار گرفته در عمق خاک توصیه شده است.

تراکم بوته و کشت توأم

محصولات مختلف گلخانه‌ای سطح زمین و فضا را به میزان مشابهی پوشش نمی‌دهند. از نظر فرم، نحوه توزیع ریشه، نگهداری خاک سطحی، تولید ساقه‌های فرعی، رونده بودن تفاوت‌های فاحشی با یکدیگر دارند و از لحاظ مقدار بقایای گیاهی که به خاک اضافه می‌کنند بسیار متفاوت است.

هرچه محصولی با تراکم کمتری کاشته شود و توسعه عرضی و ارتفاع کمتری داشته باشد نور بیشتری به خاک و گیاهان ثانویه می‌رسد و هر دو گیاه از حیث نور منتفع می‌شوند و رقابت کمتری بین این دو وجود دارد درحالی‌که گیاهان با تراکم بیشتر و رشد طولی و عرضی سبب عدم رسیدن نور به گیاهان ثانویه شده و احتمال حداقل برداشت از این کشت دوم وجود دارد.

تراکم بوته و توسعه اندام هوایی بوته‌ها در انتخاب نوع محصول بر اساس فصل رشد و میزان وجود نور یا دما تأثیر فراوانی دارد. در زمستان که شدت نور خورشید در گلخانه‌ها کمتر است استفاده از گیاهان با پوشش رویشی ضعیف‌تر مناسب‌تر است. درحالی‌که در تابستان که شدت نور خورشید به قدر کافی برای فعالیت فتوسنتزی گیاهان فراهم است استفاده از ارقام با رشد رویشی و ساقه‌های جانبی بیشتر مطلوب‌تر است.



شکل ۶- کشت توأم در گلخانه سبزی و صیفی

کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز

در تناوب گیاهی بایستی مجموعه‌ای از گیاهان مختلف منظور شوند که کنترل مناسبی بر علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها به عمل آورند. به‌طور مثال اگر چنانچه اکثر محصولات انتخاب‌شده از یک گروه باشند علف-هرز خاصی توسعه یافته و کنترل آن‌ها مشکل می‌گردد. در بین گیاهان حتی‌الامکان میزبان مشترک یک حشره یا بیماری نباشند. هرچه اختلاف بین گیاهان انتخاب‌شده از نظر میزبانی حشرات و بیماری‌ها بیشتر باشد، احتمال گسترش یک آفت یا بیماری کمتر خواهد بود.

بعضی از علف‌های هرز با شرایط رشد و کاشت محصولات خاصی سازگاری دارند. بنابراین، بهتر است محصولاتی که از نظر علف‌های هرز مشترک هستند به دنبال یکدیگر در تناوب قرار داده نشوند. برخی گیاهان اصطلاحاً "وجینی گفته می‌شوند زیرا امکان وجین علف‌های هرز را در طی دوره تناوب به وجود می‌آورد برخی گیاهان با قدرت رویش زیاد و توان رقابتی بالا می‌توانند از گسترش بعضی از علف‌های هرز جلوگیری نمایند. برخی مواقع علف هرز خاصی در گلخانه به شکل سمجی توسعه می‌یابد و به‌ناچار با سموم علف‌کش باید مبارزه نمود. بعضی از علف‌کش‌ها در خاک دوام آورده و ممکن است بر محصول بعدی اثر سوء بگذارد. بنابراین چنانچه کنترل علف هرز بر استفاده از علف‌کش‌های پردوام اتکا دارد بایستی توالی محصولات را به نحوی انتخاب نمود که محصولات از اثر باقیمانده علف‌کش‌ها آسیب نبینند.

تناوب مزرعه آلوده به گل جالیز با میزبان‌های مشترک گل جالیز ممنوع است مگر این که به‌عنوان تله استفاده شوند. برای مثال، گل جالیز منشعب، میزبان گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، بادمجان، کلم است. در صورت آلودگی زیاد استفاده از تناوب با گیاهان غیر حساس حداقل به مدت دو سال تا حدودی مؤثر است. بررسی‌شده وقتی زمینی آلوده به گل جالیز شد، لازم است حتی‌المقدور در برنامه تناوب از نباتات زراعی میزبان کمتر استفاده شود و از گیاهانی که گل جالیز را وادار به جوانه‌زنی می‌کنند ولی میزبان آن محسوب نمی‌شوند مانند فلفل، سورگوم استفاده گردد. با کاشت گیاهان غیر میزبان تله¹¹ در مزارع آلوده، باعث تحریک بذور موجود در خاک که به نام جوانه‌زنی انتحاری نیز نامیده می‌شود از ذخیره بذر موجود در خاک می‌کاهد گیاهانی مانند

¹¹ - Trap-crop

سورگوم، یونجه، ماشک، شبدر و سویا به عنوان غیر میزبان تله شناخته شده اند. همچنین در برنامه تناوب می توان با کاشت گیاهان میزبان تله^{۱۲} مانند خیار، گوجه فرنگی و خردل سفید برای گل جالیز بذور موجود در خاک را کاهش داد. مسلماً عملکرد گیاه زراعی کاهش می یابد اما ممانعت از بذر دادن گل جالیز می تواند در کنترل این انگل گیاهی مؤثر باشد.

اگرچه بعضی از عوامل بیماری زا و حشرات قادرند روی انواع بقایای گیاهی، ماده آلی خاک و یا روی بقایای محصولی خاص به حیات خود ادامه دهند، اما بعضی از عوامل بیماری زا پارازیت اجباری بوده و برای ادامه حیات خود به میزبان نیاز دارند. به طور کلی، رشد و توسعه بعضی عوامل بیماری زا و حشرات در شرایط عدم میزبان کمتر شده و یا حتی این عوامل از بین می روند. اگر طالبی و خیار برای ۴ تا ۵ سال در یک زمین کاشته نشود فواریوم عامل پوسیدگی طوقه تقریباً کنترل می گردد.

در کنترل عوامل پاتوژن خاکزی مانند پیتیوم، فواریوم، رایزوکتونیا، فیتوفترا، اسکروتینیا و برای پاتوژن های هوازد مانند سفیدک پودری، کپک خاکستری باید مدیریت صحیح تناوب برای قرار گرفتن گیاهان به دنبال هم انجام گردد. حشراتی مانند سفید بالک، تریپس و شته ها در گلخانه به راحتی توسعه می یابند یکی از روش های کنترل این آفات رعایت مطلوب تناوب و قرار گرفتن گیاهان است.

در بسیاری موارد، سیکل حیاتی آفت یا بیماری با حذف میزبان از زمین برای چندین سال و کاشت گیاهان مقاوم به آفت یا بیماری موجود، شکسته شده و یا به تأخیر می افتد و به طور کلی از شدت مسئله کاسته می شود. در زراعت و هوای آزاد توصیه شده است به منظور جلوگیری از گسترش آفت و بیماری از کشت یک محصول در یک قطعه زمین با فواصل زمانی کمتر از ۴ سال خودداری شود. برای دو محصول مشترک در میزبانی حشره یا بیماری این مسئله نیز صدق می کند. در حالی که در گلخانه ها به دلیل ضرورت شاید هر سال اقدام به کشت یک محصول می شود و پس از مدتی به دلیل جا کار بودن و عدم رعایت تناوب با مشکلات عدیده ای مواجه می شوند. مواد ایزوتیوسیانیدهای حاصل از تجزیه گلیکوسینولات های مترشحه از ریشه و بقایای گیاهان تیره کلم در کنترل نماتدها و بعضی میکروارگانیسم ها مؤثرند. بنابراین به کارگیری گیاهان خانواده کلم به عنوان کود سبز و یا ورود در دوره تناوب سبب کاهش برخی جمعیت عوامل بیماری زا و علف های هرز می گردد.

بیماری پوسیدگی رایزوکتونیا بر روی گیاهی مثل سیب زمینی یا چغندر لبویی آسیب شدیدی وارد می کند در صورت کشت درون گلخانه، گیاهانی مانند کلم، اسفناج و چغندر نباید در تناوب با دو گیاه ذکر شده باشند از طرف دیگر این بیماری روی ذرت و غلات دانه ریز بی تأثیر است بنابراین هم می تواند این بیماری را کنترل نمایند هم قدرت رقابت بیشتری با علف های هرز دارند. تحقیقات نشان داده است که در هوای آزاد برای سیب زمینی بعضی از گیاهان در الگوی کشت مانند نخود، یولاف، جو سبب افزایش آثار و نشانه های اسکب

¹² - Catch Crop

درحالی که پس از سویا به طور معنی داری علائم اسکب را کاهش می دهد. بنابراین نوع عامل پاتوژن تعیین کننده میزان خواهد بود. تناوب سبب شکستن چرخه زندگی آفات و بیماری های گیاهی و بهبود حاصلخیزی خاک می گردد.

زیر و رو کردن خاک در فصل سرد موجب رفع خواب بعضی عوامل بیماری زا و در نتیجه مرگ آنها در شرایط عدم میزان می گردد و یا موجب افزایش فعالیت میکروارگانیسم های ساپروفیت شده و رقابت آنها را با عوامل بیماری زا افزایش می دهد.

کشت تک محصولی معمولاً باعث شیوع و گسترش آفات می گردد. بنابراین کشت های بینایی در محصول اصلی سبب کاهش آفات می گردد به طور مثال کشت پیاز بهاره بین ردیف های هویج سبب کنترل مگس ریشه هویج می گردد.

پهن کردن مالچ پلاستیکی بر روی خاک گلخانه، روشی است که مانع از گسترش و شیوع بیمارها می شود. تماس برگ ها با خاک می تواند سبب گسترش بیماری شود. پهن کردن پلاستیک موجب تمیز شدن کف گلخانه و نیز گرم تر شدن بستر خاک می گردد. این نوع مالچ پلاستیکی دو رنگ است؛ رنگ قسمت بالایی آن شیری و رنگ قسمت زیرین آن سیاه است. رنگ شیری برای انعکاس بهتر نور در گلخانه و رنگ سیاه به عنوان مالچ، به منظور جلوگیری از ورود نور به خاک و جوانه زنی علف های هرز مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل ۷- استفاده از خاکپوش های پلی اتیلن برای کنترل علف های هرز و عوامل پاتوژن خاکزی در گلخانه

توسعه ریشه

سبزی های محصولات مختلف با سیستم ریشه ای متنوع و گسترش ریشه ها در لایه های مختلف خاک باعث بهبود ساختمان و مواد غذایی خاک، بهبود بیولوژی و میکروارگانیسم های خاک و همچنین مقاومت گیاه به بیماری های خاک زاد می شوند. تناوب محصول اگر از گیاهان خانواده های مختلف باشد کمیت و کیفیت محصول اصلی را بهبود می بخشد که از دلایل آن تولید ترکیبات مختلف و پروسه های کاهش آلودگی است.

برای مثال گیاهان خانواده براسیکا ترکیب سولفوری و سورگم سیانید هیدروژن تولید می کنند. تناوب گیاهی و کشت مخلوط، علف های هرز را از طریق کاهش فضای رقابت کنترل می کند.

فرم و میزان توسعه ریشه گیاهان مختلف مشابه نبوده (ریشه راست و ریشه افشان) و نیاز متفاوتی به عناصر غذایی دارند بنابراین عمق متفاوتی از خاک را مورد استفاده قرار می دهند. کاشت متوالی محصولاتی که نیاز مشابهی به عناصر غذایی داشته و یا فرم مشابهی از نظر توسعه ریشه دارند، موجب تخلیه عناصر غذایی خاصی از اعماق معینی گشته و حاصلخیزی خاک را کاهش می دهد.

هرچه تفاوت بین نیاز و نحوه توسعه ریشه بین دو محصول متوالی بیشتر باشد، مطلوب تر خواهد بود. زیرا استفاده از مواد غذایی موجود در اعماق مختلف خاک، سبب استفاده بهینه از نهاده های مصرفی و جلوگیری از آلودگی آب های زیرزمینی می شود.

به عنوان یک معیار کلی می توان گیاهان هم خانواده را باهم در کنار هم کاشت اما برای کشت متوالی و پشت سرهم گیاهان غیر فامیل کاشته شوند.

در انتخاب توالی محصولات بایستی به فیتوتوکسین حاصله از تجزیه بقایای یک محصول و اثر آن بر محصول بعدی نیز توجه نمود. اثر فیتوتوکسین ها در خاک های دارای بافت ریز و بدون تهویه و همچنین در مجاورت بقایای گیاهی تازه در حال تجزیه بیشتر است. مانند زمانی که فاصله برداشت محصول قبلی تا کاشت محصول بعدی کوتاه بوده و فرصت کافی و یا شرایط مناسب برای پوسیدگی بقایا و تجزیه فیتوتوکسین ها وجود ندارد.

در فاصله بین دو محصول (برداشت محصول قبلی و کاشت محصول بعدی) اگر برای تهیه زمین امکان آبیاری غرقابی باشد موجب می شود اثر فیتوتوکسین های حاصل از بقایای محصول قبلی از عمق سطحی خاک خارج گردد و از طرفی در اثر آبیاری قطره ای بخصوص در مناطقی که EC آب آبیاری بالاست سبب تجمع نمک در عمق توسعه ریشه گردیده است با اعمال آبیاری غرقابی باعث خروج نمک از عمق ریشه و زهکشی خاک می گردد.

قرار گرفتن گیاهان با پتانسیل رشد ریشه ای عمیق در دوره تناوب از نظر جذب آب و عناصر غذایی از اعماق خاک بسیار مطلوب می باشد مشروط به این که نفوذپذیری خاک معقول باشد. بسیاری از محصولات توان نفوذ ریشه خوبی به اعماق خاک های نفوذپذیر دارند و درعین حال ریشه بعضی از گیاهان قادر به عبور از لایه های بسیار متراکم نیست به همین جهت، عمق نفوذ ریشه اکثر گیاهان تابع مستقیمی از نفوذپذیری خاک است.



شکل ۸- کشت محصولات مختلف سبزی برگی و ریشه‌ای درون گلخانه از سمت راست به چپ به ترتیب، تربچه، شلغم، کاهو و کلم پیچ

پتانسیل توسعه عمقی ریشه در بعضی از گیاهان مانند سیب‌زمینی و خیار محدود است ریشه بعضی از گیاهان مانند گوجه‌فرنگی توان نفوذ بهتری نسبت به سایر گیاهان گلخانه‌ای در خاک‌های نسبتاً متراکم دارند. به نظر می‌رسد نفوذپذیر بودن خاک زیرین اهمیت زیادی در موفقیت گیاهان برای بهره‌وری از آب و مواد غذایی موجود در لایه‌های مختلف دارد و بایستی مورد توجه خاص قرار گیرد.

توزیع نیروی انسانی

تلاقی زمانی کاشت، داشت و برداشت محصولات سبب تراکم کاری در برخی زمان‌ها و بلااستفاده ماندن نیروی انسانی و ادوات مکانیزه در بعضی مواقع دیگر می‌گردد. اگر در گلخانه تنوع محصول باشد عامل توزیع نیروی انسانی و ماشین‌ها به نحو مطلوب‌تری استفاده می‌شود و ریسک بازار به حداقل می‌رسد.

عوامل اقتصادی

نسبت هزینه به منفعت فاکتور اساسی در تعیین سطح تکنولوژی بکار رفته برای سیستم‌های گلخانه‌ای است که به‌طور غیرمستقیم بر اساس شرایط جغرافیایی در سطح کشور احداث می‌شوند. به‌طور مثال در مرکز و شمال اروپا، اکثر گلخانه‌های گرم، بسته یا نیمه بسته قرار دارند درحالی‌که در مناطق مدیترانه‌ای حدود جنوب اروپا گلخانه‌های سرد، باز یا نیمه‌باز پراکنده‌اند.

برخی محصولات سبزی و صیفی نوسان قیمتی بالایی در طی سالیان گذشته داشته‌اند هرچقدر تنوع محصولات در طی دوره تناوب درون گلخانه بیشتر باشد، توزیع زمانی محصولات زیادتر بوده، ریسک تولید کمتر بوده و شکست در تولید یک محصول ممکن است تا حدی با موفقیت در تولید سایر محصولات جبران

گردد. در انتخاب مجموعه‌ای از محصولات جهت یک تناوب زراعی بایستی آسیب‌پذیری اقتصادی و حساسیت هر محصول را نسبت به عوامل نامساعد محیطی در نظر داشت.



شکل ۹- تهیه بستر کشت بر اساس بافت خاک برای محصولات سبزی و صیفی درون گلخانه‌های سنتی، سمت راست و وسط تهیه شن برای پهن کردن بر بستر کشت، سمت چپ پس از پهن کردن شن و یکنواختی سبز کردن

جدول ۴- برخی از گیاهان جدید که در گلخانه‌ها بکار می‌روند

رتبه‌بندی	محصول
**	مارچوبه
*	کاهو
***	کدوی بطری شکل (قلیانی)
***	کلم چینی
*	بامیه
**	اسفناج
***	بادمجان و گوجه‌فرنگی
**	تربچه
***	کدوی ماری (خیارچنبر)
***	ذرت شیرین
***	چغندر لبویی
*	گاوزبان
*	کلم
*	شیکوره (آندیو فرانسوی)

*=ضعیف، **=متوسط، ***=خوب



شکل ۱۰ - کشت متنوع محصولات سبزی و صیفی و گیاهان دارویی درون گلخانه، سمت راست ریحان تازه کشت شده، وسط تره ایرانی و سمت چپ بادمجان، آلوریا و خیار کشت شده به صورت ردیفی

در نتیجه گیری کلی از مباحث ارائه شده، با کشت پی در پی و مداوم یک محصول در گلخانه، درازمدت حداکثر بهره‌وری از عوامل تولید صورت نمی‌گیرد و نقصان عملکرد به تدریج طی سال‌های متوالی، باعث غیراقتصادی شدن تولید خواهد شد و گسترش علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها، کاهش حاصلخیزی خاک، عدم استفاده مطلوب از نهاده‌های تولید همچون آب، کود، بذر، سم، نیروی کار و مکانیزاسیون خواهد شد. تناوب زراعی بر سه اصل و پایه استوار بوده که با رعایت آن حداکثر ثبات عملکرد و تولید در یک واحد زراعی یا گلخانه‌ای اتفاق می‌افتد. آیتم اول بعد زمان در تناوب است که می‌تواند یک سال زراعی یا یک سال رسمی و یا فصل زراعی (تابستانه یا زمستانه) و شرایط رطوبتی خاک (فصل خشک و مرطوب) باشد. آیتم دوم بعد تنوع در تناوب است که عامل کلیدی در سیستم تولید خواهد بود و آیتم سوم بعد توالی گیاهان در برنامه تناوب است که اجرای این اصل باعث به وجود آمدن شرایط مکمل سازی (مثلاً در مورد عناصر غذایی که برای یک گیاه ضروری و پر مصرف و برای گیاه بعدی غیر ضروری و کم مصرف است) و بهبود دهندگی (کاهش آلوده‌پاتی یا نقش مفید میکروارگانیزم‌ها) خواهد شد. مسلماً سیستم تک کشتی شکننده بوده و با توجه به هزینه بالای تولید یک واحد محصول درون گلخانه نسبت به هوای آزاد، در صورتی که بازار صادرات به انحصار مختلف مختل گردد در سیستم تک کشتی، گلخانه دار بسیار متضرر می‌شود و انگهی در الگوی تک کشتی، ساختار اجزای سیستم زراعی ضعیف و در بسیاری موارد فاقد روابط مکملی بوده بی‌ثباتی عملکرد و مستعد شدن به آفات و امراض را نیز در پی خواهد داشت. بنابراین توصیه می‌شود گلخانه‌دار قبل از احداث گلخانه، باید سازه‌ای مطلوب که بتوان گیاهان مختلف را درون آن کشت نمود انتخاب نماید و اصول سه گانه تناوب (زمان، تنوع و توالی) سرلوحه کار گلخانه‌دار باشد. از کشت پشت سرهم و متوالی گیاهان هم‌خانواده در یک گلخانه‌ی واحد خودداری شود.

منابع مورد استفاده

- ۱- آسودار، م.ا.، زلّقی، ف و شهرستانی س.ع. ۱۳۹۶، اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک‌ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی، نشر آموزش کشاورزی.
- ۲- بی‌نام، ۱۳۸۷، مبانی و ضوابط توسعه گلخانه‌ها- مبانی و ضوابط طراحی، نشریه شماره ۴۷۴، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور.
- ۳- خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۸، اصول و مبانی زراعت، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
- ۴- دیده باز مغاللو، ق.، شریفی زیوه، پ و کربلانی خیای، ح. ۱۳۹۴، گل جالیز (از گیاه‌شناسی تا کنترل)، مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی استان اردبیل.
- ۵- زارع فیض‌آبادی، ا. ۱۳۹۴، تأثیر مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر عملکرد غده و خسارت کرم‌های مفتولی سیب‌زمینی، نشریه علوم باغبانی، جلد ۲۹، شماره ۴، صفحات ۵۸۲-۵۹۳.
- ۶- کریمی زارچی، م. ۱۳۹۶، اثر تناوب بر مدیریت مصرف کودهای نیتروژنی در مزارع گندم، نشر آموزش کشاورزی.
- ۷- نوشاد، ح و خیامیم، س. ۱۳۹۶، مدیریت بقایای کلش گندم در تناوب با چغندر قند، نشر آموزش کشاورزی.
- 8- Behnke, G.D., Zuber, S.M., Pittelkow, C.M., Nafziger, E.D and Villamil, M.B. 2018, Long-term crop rotation and tillage effects on soil greenhouse gas emissions and crop production in Illinois, USA, Agriculture, Ecosystems and Environment, 261, 62-70.
- 9- Biernbaum, J and Montri, A. 2009, Rotating Crops in High Tunnels Planning: Crop Mix, Location (Rotation) and Scheduling, Michigan State University.
- 10- FAO information products are available on the FAO website (www.fao.org/publications) and can be purchased through publications Good Agriculture Practices for greenhouse vegetable Crops. 2013. Rome - les@fao.org.
- 11- Waynel, S. 2013. Using transplants in vegetable production. University of California. 8013 publication.

زمان، تنوع و توالی سه اصل اساسی در موفقیت برنامه تناوب است. با طراحی دقیق سازه گلخانه، امکان کشت متنوع گیاهان در دوره-های مختلف را فراهم ساخته و با رعایت تناوب، حداکثر بهره اقتصادی از واحد سطح برای گلخانه‌دار ایجاد می‌شود.

پژوهشکده سبزی و صیفی
کرج : جاده محمد شهر
انتهای خیابان شهید همت
تلفن: ۰۲۶- ۳۶۷۰۰۸۹۰
کد پستی ۳۱۷۷۷۷۴۱۱
www.vrc.areeo.ac.ir

