بسم الله الرحمن الرحيم

١٤٥٨٥٥ـ٢.٢٤٢٢٥

دانشگاه تبریز

دانشکده کشاورزی-گروه علوم باغبانی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته علوم باغبانی

عنوان

# تاثیر محلول های غذایی مختلف بر روی رشد، عملکرد و کیفیت خیار پرورش یافته در آبکشت (هایدروپونیک)

استاد راهنما

دکتر سید جلال طباطبایی

استاد مشاور

مهندس حبیب کاظم نیا

پژوهشگر

قادر خضری

۱۳۸۹/۹/ ۳

شهریور ۱۳۸۹

شماره پایان نامه: ۷

۱۴۵۸۵۵

## تقدیم به پدر بزرگوارم

به پاس محبت بی دریغی که فروکش نمی کند و انسانیتی که در نبرد با ظلمت از پا در نمی آید و به پاس فداکاری هایی که هیچ چیز توانای جبران آن نیست.

## تقدیم به مادر عزیزم

به پاس عاطفه سرشارش که در این برهوت بدگمانی و شک چون شیرماغی می درخشد و روح را از تنهایی و نومیدی رهایی می دهد؛ و گرمای امید بخش اش که در این سردترین روزگاران همواره یگانه مظهر درک پاکی و روشنی است.

## تقدیم به برادر و خواهران مهربانم

به پاس لحظه هایی که همواره یار و پشتیبان من بودند و به من دلگرمی و امید می بخشیدند.

با سپاس فراوان از جناب دکتر سید جلال طباطبایی به پاس راهنمایی ها و زحمات بی دریغ ایشان در طول دوره ی تحقیق که به حق خالصانه و بدور از هر گونه کاستی صورت گرفت و بدون ایشان پیشبرد این طرح غیر ممکن می نمود.

و با سپاس فراوان از جناب آقای طاهر ابراهیمیان که همواره از لطف و راهنمایی ایشان بهره مند بوده ام.

همچنین از جناب دکتر صاحبعلی بلند نظر برای تقبل داوری پایان نامه این جانب، جناب دکتر جابر پناهنده مدیر گروه محترم گروه باغبانی دانشگاه تبریز، جناب دکتر فریبرز زارع و دیگر اساتید گروه باغبانی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دوستان عزیزم جناب آقایان مهندس حکیمی نیا، اعظمی ، امامی، محمدی، فلاحی، علیزاده و خانم دکتر مقصودی و خانم دکتر نصیری نیز سپاسگذارم.

**نام خانوادگی دانشجو:** خضری **نام:** قادر

**عنوان پایان‌نامه:** تاثیر محلول های غذایی مختلف بر روی رشد، عملکرد و کیفیت خیارهای پرورش یافته در کشت هایدروپونیک

**استاد راهنما:** دکتر سید جلال طباطبایی **استاد مشاور:** مهندس حبیب کاظم نیا

**مقطع تحصیل:** کارشناسی ارشد **رشته:** علوم باغبانی **گرایش :** سبزی کاری **دانشگاه :** تبریز

**دانشکده:** کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی:** شهریور ۸۹ **تعداد صفحه:** ۹۶

**کلید واژه ها:** محلولهای غذایی، خیار، رشد، عملکرد، سطح برگ، نیتروژن، کیفیت، کلروفیل

**چکیده:**

استفاده از آبکشت و تأمین محلولهای غذایی مناسب در این روش عامل مهم در بهینه سازی تولید و رسیدن به کشاورزی پایدار است. در ایران تولید محصولات گلخانه ای از جمله خیار رو به توسعه است ولی محلولهای غذایی مختلفی پیشنهاد می شود که مزیت نسبی آنها مطالعه نشده است. بدین منظور تأثیر شش نوع محلول غذایی رایج دنیا شامل محلول غذایی هوگلند($NS_{Hog}$)، محلول استاینر($NS_{St}$)، محلول ناپ($NS_{Knop}$)، فرمول انگلستان($NS_{U.K}$)، فرمول هلند ($NS_{Neth}$) و فرمول دانشگاه تبریز ($NS_{UT}$) بر رشد، عملکرد و کیفیت دو رقم خیار گلخانه ای بنامهای نگین (Neg) و کاترینا (Kat) مورد مطاالعه قرار گرفت. آزمایش بصورت بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار(هر تیمار شامل ۲٤ گیاه) بود. بذور خیار در کانالهای حاوی پرلایت و ورمی کولایت (به نسبت V:V ۳:۱) کاشته شده و با محلولهای غذایی مختلف تغذیه گردیدند. میوه ها یک روز در میان برداشت و نهایتا پس از گذشت شش ماه عملکرد نهایی محاسبه گردید. خصوصیات رویشی و فیزیولوژیکی گیاه در دو مرحله یعنی در طول رشد گیاه از ابتدای دوره ی میوه دهی و در انتهای رشد اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که محلولهای غذایی تأثیر معنی داری ($P\leq$۰/۰۱) بر عملکرد خیار داشتند بطوریکه $NS_{U.K}$ و $NS_{Hog}$ حداکثر عملکرد و محلول $NS_{Knop}$ حداقل عملکرد را داشتند. با همان محلولهای غذایی، رقم نگین نسبت به رقم کاترینا ۳۰ درصد افزایش محصول نشان داد. خصوصیات رویشی و کیفی گیاه نیز تحت تاثیر محلول های غذایی و ارقام قرار گرفت. سطح برگ گیاهان در محلول های $NS_{U.K}$، $NS_{Hog}$ و $NS_{Knop}$ بیشتر بود. همچنین سطح برگ رقم نگین نسبت به رقم کاترینا افزایش معنی داری را نشان داد. ضریب همبستگی قوی ($r^2$=۰/۷٦) بین سطح برگ و عملکرد مشاهده شد. حداقل شاخص کلروفیل در تیمارهای $NS_{St}$ و $NS_{Neth}$ مشاهده شد. تأثیر تیمارها بر وزن تر برگ ها معنی دار بود ولی روی وزن خشک تأثیری نشان نداد. وزن تر و خشک برگ ها و ساقه گیاه در رقم نگین بطور

# چکیده

معنی داری افزایش یافت. تاثیر تیمارها و ارقام بر درصد مواد جامد محلول (TSS) میوه ها معنی دار شد بطوری که حداکثر TSS در تیمار $NS_{Hog}$ و حداقل در $NS_{Neth}$ و $NS_{U.T}$ دیده شد ولی حداکثر TSS دمبرگ در تیمار $NS_{Neth}$ مشاهده گردید. غلظت نیتروژن برگ در تیمار $NS_{St}$ بیشترین مقدار بود که با محلولهای دیگر تفاوت معنی داری ($P\leq ۰/۰۵$) را نشان داد. پتاسیم برگ در تیمار $NS_{U.K}$ بیشترین میزان را نشان داد ولی در بین ارقام تفاوت معنی داری مشاهده نشد. فسفر برگ ها نیز در بین ارقام معنی دار شد. در نهایت میزان اسید قابل تیتراسیون (TA) میوه ها در تیمار $NS_{U.K}$ بیشترین بود. بدین ترتیب به نظر می رسد که مصرف محلول $NS_{U.K}$ و $NS_{Hog}$ نسبت به محلول های دیگر ارجحیت داشته باشد ولی لازم است که جنبه های اقتصادی آنها بررسی گردد.

فهرست مطالب

۱. مقدمه ..... ۱

۲. کلیات و بررسی منابع ..... ۴

۲-۱. منشا و کشت و کار خیار ..... ۵

۲-۲. روش های متداول آبکشت برای کشت خیار ..... ۷

۲-۳. محلول غذایی ..... ۱۲

۲-۳-۱. کیفیت آب ..... ۱۴

۲-۳-۲. صاف کردن محلول های غذایی ..... ۱۶

۲-۳-۳. واحد های اندازه گیری ..... ۱۹

۲-۳-۴. نمک های کودی ..... ۲۰

۲-۳-۵. شکل های کودی و نحوه محاسبه غلظت عناصر غذایی ..... ۲۱

۲-۴. فرمولاسیون محلول های غذایی ..... ۲۹

۲-۵. تطبیق محلول های غذایی با احتیاجات غذایی گیاهان ..... ۳۵

۲-۶. مدیریت محلول های غذایی ..... ۳۵

۲-۶-۱. انتخاب محلول های غذایی ..... ۳۵

۲-۶-۲. pH ..... ۴۲

۲-۶-۳. هدایت الکتریکی (EC) ..... ۴۵

۲-۶-۴. هوادهی ..... ۴۷

۲-۷. اهداف آزمایش ..... ۴۷

۳. مواد و روش ها ..... ۵۰

۳-۱. زمان و مکان انجام تحقیق ..... ۵۱

۳-۲. بستر کاشت و محلول های غذایی ..... ۵۱

۳-۳. تنظیم شرایط محیطی گلخانه ..... ۵۴

۳-۴. هرس و تربیت بوته ها ..... ۵۵

۳-۵. اندازه گیری عملکرد کل و نحوه توزین میوه ها ..... ۵۶
۳-۶. اندازه گیری ارتفاع بوته ..... ۵۷
۳-۷. اندازه گیری قطر و تعداد گره ساقه ..... ۵۷
۳-۸. اندازه گیری سطح برگ ..... ۵۷
۳-۹. اندازه گیری میزان کلروفیل ..... ۵۸
۳-۱۰. اندازه گیری وزن تر و خشک ..... ۵۸
۳-۱۰-۱. اندازه گیری وزن تر و خشک برگ و ساقه ..... ۵۸
۳-۱۰-۲. اندازه گیری وزن تر و خشک میوه ..... ۵۹
۳-۱۱. اندازه گیری اسیدیته به روش تیتراسیون ..... ۵۹
۳-۱۲. اندازه گیری مواد جامد قابل حل (TSS) میوه ..... ۶۰
۳-۱۳. اندازه گیری TSS دمبرگ ..... ۶۰
۳-۱۴. اندازه گیری PH و EC میوه ها ..... ۶۱
۳-۱۵. اندازه گیری نیترات دمبرگ میوه ..... ۶۱
۳-۱۶. اندازه گیری سفتی میوه ..... ۶۲
۳-۱۷. خشک کردن نمونه گیاهی ..... ۶۳
۳-۱۸. اندازه گیری نیتروژن با روش کجلدال ..... ۶۳
۳-۱۹. اندازه گیری فسفر ..... ۶۶
۳-۲۰-اندازه گیری پتاسیم ..... ۶۹
۳-۲۱- تجزیه های آماری ..... ۷۱
۴. نتایج و بحث ..... ۷۲
۴-۱. عملکرد و کیفیت ..... ۷۳
۴-۲. خصوصیات صفات رویشی ..... ۷۶
۴-۳. خصوصیات صفات کیفی ..... ۸۴
۴-۴. خصوصیات فیزیولوژیکی ..... ۸۶
۵. نتیجه گیری و پیشنهادات ..... ۸۹

منابع ..... ۹۲

فهرست جداول

جدول ۲-۱- زمانبندی کشت برای کشت گلخانه ای خیار ..... ۶
جدول ۲-۲- خصوصیات برخی از محیط های کشت غیر آلی ..... ۸
جدول ۲-۳- مقادیر بهینه و قابل پذیرش محلول غذایی در محیط های کشت پشم شیشه برای گیاه خیار ..... ۱۲
جدول ۲-۴- حداکثر غلظت عناصر معدنی آب برای آبیاری مورد استفاده در کشت بستر پشم شیشه ..... ۱۵
جدول۲-۵- کیفیت آب برای استفاده در آبکشت ..... ۱۵
جدول ۲-۶- ترکیبات متداول و عناصر و حداکثر سطوح مجاز عناصر در آب برای سیستم های متداول آبکشت ..... ۱۷
جدول ۲-۷- خصوصیات آب آبیاری با کیفیت بالا ..... ۱۸
جدول ۲-۸- نماد شیمیایی، وزن اتمی عناصر شیمیایی مورد نیاز برای رشد بهینه گیاه ..... ۲۲
جدول ۲-۹- مقادیر عناصر غذایی موجود در برخی کودهای متداول در آبکشت ..... ۲۵
جدول ۲-۱۰- غلظت عناصر غذایی محلول غذایی هوگلند ..... ۳۰
جدول ۲-۱۱- مقادیر بهینه عناصر غذایی پرمصرف گیاهان رشد یافته در هایدروپونیک ..... ۳۱
جدول ۲-۱۲- مقادیر بهینه عناصر ریزمغذی گیاهان رشد یافته در هایدروپونیک ..... ۳۲
جدول ۲-۱۳- نسبتهای بین آنیون ها و کاتیون های عناصر غذایی ..... ۳۳
جدول ۲-۱۴- مقادیر نمک های کودی فرمول پیشنهادی استاینر برای تهیه ۱۰۰ گالن (۳۷۸ لیتر) محلول غذایی ..... ۳۴
جدول ۲-۱۵- غلظت عناصر در محلول های غذایی استاینر تغییر یافته ..... ۳۴
جدول ۲-۱۶- عناصر غذایی پرمصرف توصیه شده برای محصولات مختلف ..... ۳۵
جدول ۲-۱۷- تعدادی از فرمول های محلول های غذایی رایج مورد استفاده در کشت هایدروپونیک ..... ۳۷
جدول ۲-۱۸- شاخص های نسبی شوری برای کودهای متداول مورد استفاده برای تهیه محلول های غذایی ..... ۴۶
جدول ۳-۱- غلظت عناصر در محلول های غذایی مورد مطالعه ..... ۵۲
جدول ۳-۲- مقادیر نمک های کودی تشکیل دهنده محلول های غذایی مورد مطالعه ..... ۵۳
جدول ۴-۱- تجزیه واریانس اثر محلول غذایی و رقم بر عملکرد خیار ..... ۷۳
جدول ۴-۲- تجریه واریانس اثر محلول غذایی بر صفات رویشی خیار ..... ۷۶
جدول ۴-۳- اثر محلول غذایی و رقم بر صفات تعداد گره، طول میان گره، قطر یقه و سطح تک برگ خیار ..... ۷۸
جدول ۴-۴- اثر محلول غذایی و رقم بر صفات وزن تر و خشک برگ و ساقه و درصد وزن خشک ساقه خیار ..... ۸۱
جدول ۴-۵- اثر محلول غذایی و رقم بر صفات وزن تر و خشک میوه و درصد وزن خشک میوه خیار ..... ۸۲
جدول ۴-۶- تجریه واریانس اثر محلول غذایی و رقم بر صفات کیفی خیار ..... ۸۴

جدول ۴-۷- اثر محلول غذایی و رقم بر درصد ماده خشک میوه، TSS میوه، PH میوه و EC میوه خیار ..... ۸۴
جدول ۴-۸- تجریه واریانس اثر محلول غذایی و رقم بر صفات فیزیولوژیکی خیار ..... ۸۶
جدول ۴-۹- اثر محلول غذایی و رقم بر صفات کلروفیل برگ، TSS دمبرگ، نیترات دمبرگ و فسفر برگ خیار ..... ۸۷

فهرست اشکال

شکل ۲-۱- نحوه ی تعبیه لوله های محلول رسان سیستم های کشت مختلف ..... ۱۰
شکل ۲-۲- سیستم های کشت پشم شیشه ..... ۱۱
شکل ۲-۳- تاثیر مقادیر PH روی قابلیت در دسترس بودن عناصر غذایی در خاک های معدنی ..... ۴۴
شکل ۲-۴- تاثیر $PH$ محیط کشت روی قابلیت جذب عناصر غذایی (فیشر، ۲۰۰۳) ..... ۴۵
شکل ۳-۱- گلخانه تحقیقاتی گروه باغبانی و ساختمان کشاورزی شماره ۲ دانشگاه تبریز ..... ۵۱
شکل-۳-۲- شیوه هرس و تربیت بوته ها ..... ۵۵
شکل ۳-۳- برداشت و توزین میوه ها ..... ۵۶
شکل ۳-۴- کف بر کردن گیاهان و اندازه گیری ارتفاع و قطر ساقه با سانتی متر پارچه ای ..... ۵۷
شکل ۳-۵- دستگاه LEAF AREA METER و اندازه گیری کلروفیل با SPAD ..... ۵۸
شکل ۳-۶- دستگاه رفراکتومتر و-دستگاه سفتی سنج ..... ۹۲
شکل۳-۷- الف-دستگاه اندازه گیری PH و دستگاه EC متر ..... ۹۲
شکل۳-۸- مراحل اندازه گیری نیترات دمبرگ ..... ۶۲
شکل۳-۹- دستگاه کجلدال برای اندازه گیری نیتروژن گیاه ..... ۶۵
شکل۳-۱۰- سری محلول های استاندارد و دستگاه اسپکتروفتومتر ..... ۶۹
شکل۳-۱۱- محلول های استاندارد پتاسیم و دستگاه فلایم فوتومتر ..... ۷۱
شکل ۴-۱- اثر تیمار محلول های غذایی روی میزان عملکرد ..... ۷۴
شکل ۴-۲- اثر ارقام مورد استفاده در آزمایش بر روی عملکرد ..... ۷۵
شکل ۴-۳- اثر محلولهای غذایی بر صفت ارتفاع ..... ۷۷
شکل ۴-۴- اثر ارقام مورد استفاده در آزمایش بر صفت ارتفاع ..... ۷۷
شکل ۴-۵- اثر محلولهای غذایی بر سطح برگ ..... ۷۸
شکل ۴-۶- اثر ارقام مورد استفاده در آزمایش بر سطح برگ ..... ۷۹
شکل ۴-۷- اثر محلولهای غذایی روی درصد وزن خشک برگ ..... ۸۲
شکل ۴-۸- اثر ارقام مورد استفاده روی درصد وزن خشک برگ ..... ۸۲
شکل ۴-۹ -تاثیر محلول های غذایی روی TA% میوه ها ..... ۸۵

شکل ۴-۱۰- تاثیر ارقام مورد آزمایش روی TA% میوه ها ..... ۸۵
شکل۴-۱۱- تاثیر محلول های غذایی روی نیتروژن برگی ..... ۸۸
شکل ۴-۱۲- تاثیر ارقام روی نیتروژن برگی ..... ۸۸
شکل۴-۱۳- تاثیر محلول های غذایی روی محتوای پتاسیم برگ ..... ۸۹
شکل ۴-۱۴- تاثیر ارقام روی محتوای پتاسیم برگ ..... ۸۹

فهرست نمودارها

نمودار ۲-۱- استاندارد فسفر ..... ۶۸
نمودار ۲-۲- استاندارد پتاسیم ..... ۷۰
نمودار ۴-۱- ضریب همبستگی بین نیتروژن برگی با عملکرد ..... ۷۵
نمودار ۴-۲- ضریب همبستگی بین سطح برگ با عملکرد ..... ۸۰
نمودار ۴-۳- ضریب همبستگی بین سطح برگ با TSS میوه ..... ۸۱

# مقدمه

## ۱-مقدمه

کشاورزی پایدار نوعی از سیستم کشاورزی است که در آن با بـه کـارگیری حـداقل نهـاده هـا و عوامـل شیمیایی خارجی، بتوان عملکرد مطلوبی بدست آورد. همچنین کشاورزی پایدار حداقل تاثیر سوء بر محـیط زیست گذاشته و در دراز مدت کیفیت محیط و منابع طبیعی را ارتقا می دهد. با افزایش روزافزون جمعیت و نیازهای فراوان آن از جمله غذا، کشاورزی به روش های ابتدایی و سنتی با بازدهی کم، دیگر جوابگوی ایـن نیازها نیست. همچنین آلودگی منابع خاک و آب نیز از دیگر عوامل بازدارنده استفاده از کودهای شیمیایی در خاک است. در این میان استفاده از آبکشت به منظور استفاده بهینه از نهاده های کشـاورزی و بدسـت آوردن عملکرد های بالا در مقایسه با میزان کود مصرفی نقش بسیار مهمی در کشاورزی پایدار دارد. تغذیه عناصـر معدنی و همچنین شرایط محیطی از جمله نور و دما و رطوبت نسبی یکـی از مهمتـرین عوامـل موفقیـت در مدیریت و پرورش خیار گلخانه ای می باشد هر چند تحقیقات در رابطـه بـا اسـتفاده از منـابع ارگانیـک در آبکشت رو به گسترش است (گاربر و جانگ، ۲۰۰۹). با وجود تحقیق مستمر درباره محلول های غذایی و با روند رو به رشد صنعت گلخانه داری و تولید فراورده های گلخانه ای شناسایی بهترین محلول های غـذایی برای محصول خاص ضروری می باشد. در آبکشت بایستی در خصوص استفاده از عناصر غذایی دقت نمود، زیرا در این روش کمبود هر یک از عناصر اثر خود را به سرعت نمایان می کند. از این رو باید دقت زیـادی در انتخاب یا تهیه محلول غذایی به کار برد. از شاخص های کلیدی یک محلول غذایی مناسب، تأمین عناصر مورد نیاز گیاه به گونه ای که گیاه با دریافت عناصر پرمصرف و کم مصرف در اندازه ی بهینه دچار تنشـهای تغذیه ای و به دنبال آن تنشهای محیطی نگردد و از همه مهمتر به صرفه بودن اقتصـادی آن اسـت تـا بـدین وسیله بتوان مقبولیت آن را در بین سرمایه گذاران فراهم کرد (پاپـادوپولوس، ۱۹۹٤). کشـت بـدون خـاک روشی است که در آن می توان رشد و توسعه گیاهان را بخوبی کنترل کرد و عملکرد نسبتا بالایی را داشت و مزیت مهم این روش قابل اجرا بودن آن در سرتاسر جهان است. درست اسـت کـه داشـتن اطـلاع کـافی از فرمولاسیون محلولهای غذایی مهم است اما مهم تر از آن، چگونگی مدیریت کردن آن است تا تولیدی موفق

داشته باشیم (بنتون جونز، ۲۰۰۵). در روش های کشت بدون خاک تمامی عناصر ضروری بایستی بصورت نمک های محلول به گیاه داده شود. محلولی که حاوی تمامی عناصر غذایی در غلظت های مشخص باشد محلول غذایی استاندارد گفته می شود. با توجه به این که عنصر چندین شکل نمک آن وجود دارد انتخاب نوع نمک یا کود برای تأمین آن عنصر بستگی به عواملی همچون نسبت عناصر و درجه حلالیت و هزینه و مکانیسم های تأثیر آن عنصر دارد (طباطبایی، ۱۳۸۸). در کشورهای مختلف دنیا محلولهای غذایی متفاوتی با توجه به نوع کشت، عوامل محیطی و هزینه کودهای مختلف استفاده می شود. در ایران با توجه به نوپا بودن سیستم های کشت هایدروپونیک تأثیر محلولهای مختلف غذایی بر کشت گیاهان پر محصول مثل خیار یا گوجه فرنگی بررسی نشده است. بنابراین برای حصول به عملکرد و کیفیت مناسب لازم است محلولهای غذایی مهم بررسی شود تا بتوان مناسبترین آنرا را از لحاظ اقتصادی، تأثیر بر عملکرد و حتی عوامل زیست محیطی انتخاب نمود.

# کلیات و بررسی منابع

## ۲-کلیات و بررسی منابع

### ۲-۱- منشا و کشت و کار خیار

عموما عقیده بر این است که منشا اصلی خیار هندوستان یا برمه است که از ۳۰۰۰ سال پیش تا کنون کشت می شده است. بعدا توسط چینی ها و همچنین رومی ها و یونانی های عهد باستان کشت آن رواج یافته است. خیار بیشتر به عنوان محصول تازه، مصرف می گردد تا جایی که بیشتر به عنوان سالاد همراه با غذا مصرف می گردد. ارقام خیاری که برای کشت مزرعه ای اصلاح شده اند چندان مورد علاقه پرورش دهندگان گلخانه ای نیستند. هرچند بازگشت سرمایه در کشت خیار همانند کشت گوجه فرنگی نیست اما پرورش آن در گلخانه آسان تر است. امروزه بیشتر ارقام زیرکشت در گلخانه ها ارقام خیارهای بدون بذر اروپایی هستند که میوه دهی آنها بصورت پارتنوکارپیک (میوه دهی بدون گرده افشانی) می باشند. برتری این ارقام بیشتر بدلیل رشد نه چندان قوی، میوه دهی زودتر، عملکرد بالاتر و تحمل آنها در دمای پایین تری است که نسبت به ارقام مزرعه ای یک پایه دارند (ماینارد، ۲۰۰۷). پاپادوپولوس (۱۹۹٤) انتخاب ارقام گلخانه ای را بر اساس میزان تولید بیشتر، عادت رشد گیاه و قدرت رشد آن، کیفیت میوه (همانند طول، قطر، شکل و صاف و صیقلی بودن سطح میوه)، عمر قفسه ای میوه، مقاومت در برابر بیماری ها و انرژی لازم برای تولید در گلخانه بیان می کند. زمان بندی کشت تحت شرایط آب و هوایی منطقه بایستی تعیین گردد و به صورت رایج به کشت های بهاره و پاییزه تقسیم می شوند. همچنین برخی منابع دوره های کشت را به سه دوره کشت تقسیم بندی می کنند (جدول ۱-۲ ). کشت اواسط پاییز که از آبان ماه شروع شده و تا تیر ماه ادامه می یابد و کشت اواخر پاییز از آذر ماه تا تیر و دوره سوم کشت شامل کشت بهاره از خرداد ماه تا اواخر آذر را شامل می شود. خیار در شرایط دمای بالا (۲۹/٤-۲٦/٦ سانتی گراد)، رطوبت نسبی بالاتر و شدت نور بیشتر، رشد بهتری دارد. بهرحال خیار به تغییرات آب و هوایی محیط همانند بالا رفتن دمای درون گلخانه (بیشتر از ۳۰ درجه سانتی گراد) و شدت نور بالا و بعلاوه افزایش هدایت الکتریکی محلول های غذایی حساس است

(مورگان، ۲۰۰۲a). بذرهای خیار نسبتا گران قیمت هستند و بنابراین باید با دقت حمل و مراقبت شوند. بذرها در طی ۲ الی ۳ روز جوانه می زنند. دمای بهینه برای جوانه زنی بذرها ۲۸/۸ درجه سانتی گراد می باشد (بنتون جونز، ۲۰۰۵) هر چند که برخی منابع دماهای پایین تر را نیز توصیه می کنند.

جدول ۲-۱- زمانبندی کشت برای کشت گلخانه ای خیار (پاپادوپولوس، ۱۹۹٤)

| | |
|---|---|
| **کشت اواسط پاییز** | |
| کاشتن بذر | ۲۵ آبان تا ۲۵ آذر |
| انتقال گیاهچه ها به بستر کشت دائم | ۱ دی تا ۱ بهمن |
| برداشت | ۱۰ بهمن تا ۱۰ تیر |
| جمع کردن گیاهان و اتمام برداشت | ۱۰ تیر تا ۱ مرداد |
| **کشت اوخر پاییز** | |
| کاشتن بذر | ۲۵ آذر تا ۱۰ بهمن |
| انتقال گیاهچه ها به بستر کشت دائم | ۱۰ بهمن تا ۱۰ اسفند |
| برداشت | ۱۰ اسفند تا ۱۰ تیر |
| جمع کردن گیاهان و اتمام برداشت | ۱۰ تیر تا ۱ مرداد |
| **کشت بهاره** | |
| کاشتن بذر | ۱ خرداد تا ۲۵ خرداد |
| انتقال گیاهچه ها به بستر کشت دائم | ۲۵ خرداد تا ۲۵ مرداد |
| برداشت | ۲۵ مرداد تا ۲۵ آذر |

مانریکه (۱۹۹۳) در طول دوره دو ماه پس از کاشت بذرها دمای روزانه ۲۱ و دمای شبانه ۱۹ درجه سانتی گراد و مدت زمان باقی مانده تا جمع آوری بوته ها، دمای روزانه ۱۹ و دمای شبانه ۱۷ درجه سانتی گراد پیشنهاد می کند. در طول دوره رشد گیاهچه ها باید از تنش خشکی حفظ شوند و عناصر غذایی به میزان کافی در اختیار باشد. زمانی که گیاهچه ها سه تا چهار برگه شوند به محیط کشت اصلی منتقل می شوند. برای کشت های تک ردیفه فضای بین ردیف ۱/۲ تا ۱/۵ متر و فاصله بین گیاهان ۳۰ تا ٤۵ سانتی متر و برای کشت های دو ردیفه فضای بین ردیف ۰/٦ متر و مرکز ردیف های مجاور ۱/۸-۱/۵ متر و فاصله بین گیاهان ٤۵ تا ٦۵ سانتی متر در نظر گرفته می شود. البته نسبت به میزان نور درون گلخانه فاصله بین ردیف ها بیشتر

یا کمتر در نظر گرفته می شود(پاپادوپولوس، ۱۹۹٤) و همچنین به شیوه تربیت بوته های گیاهان نیز باید توجه شود. به طور کل تراکم بالای گیاهان موجب پایین آمدن میزان میوه بندی و اندازه آن ها می شود و موجب افزایش بیماری ها می گردد. در سیستم های کشت بدون خاک گیاهان به سرعت رشد کرده و بنابراین باردهی بالایی دارند تا جایی که بسته به میزان نور درون گلخانه، میزان برداشت میوه در شرایط بهینه از ۲/۵ تا ۷ میوه به ازای هر بوته در هفته متغیر است. گاهی اوقات برای حفظ قدرت رشدی گیاه و توسعه میوه ها تنک کردن میوه ها صورت می گیرد. بهرحال برخی مواقع رشد سریع در صورت فراهم نبودن بالانس متعادل عناصر غذایی در دسترس گیاه و شرایط محیطی مناسب موجب کاهش کیفیت میوه ها می گردد. برخی مواقع پیچش میوه ها در ابتدای شکل گیری آن ها بسته به نوع رقم و تنش دمایی و رطوبتی از معمولترین ناهنجاری هایی رشد میوه هاست که بایستی حذف شوند. همچنین تنش دمایی (یا تنظیم نادرست دمای شبانه و روزانه) و تنش رطوبتی منجر به تلخ شدن میوه ها می گردند. معمولا مدت زمان میوه بندی تا زمان برداشت میوه ها دو هفته بطول می انجامد. میوه ها پس از برداشت در دمای ۱۲ درجه سانتی گراد نگه داری می شوند و دمای پایین برای حفظ آب درونی میوه هاست چرا که میوه خیار پس از برداشت به دلیل دارا بودن پوست نازک زود چروکیده خواهند شد. میوه ها در دمای ۱۳ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد به مدت ۲ هفته قابل نگهداری هستند. همچنین میوه های خیار همراه با میوه های فراز گرا نباید انبار شوند. رطوبت نسبی بالا و پایین نیز برای حفظ بوته ها از بیماری و آفات باید مورد توجه واقع شود (بنتون جونز، ۲۰۰۵).

## ۲-۲- روش های متداول آبکشت برای کشت خیار

در کل به دلیل نیاز بالای گیاه خیار به عناصر غذایی و حساسیت ریشه های آن در صورت کافی نبودن میزان تهویه و رسیدن اکسیژن و گسترش قابل توجه آن ها باید از سیستم های کشت مبتنی بر محیط کشت های مصنوعی بهره گرفته می شود که تقریبا فاقد مواد غذایی بوده و میزان تخلخل بالایی دارند. مشخصات

برخی از محیط های کشت مصنوعی در جدول ۲-۲ آورده شده است.

جدول ۲-۲- خصوصیات برخی از محیط های کشت غیر آلی (مورگان، ۲۰۰۳)

| محیط کشت | خصوصیات |
|---|---|
| پشم شیشه | غیر سمی (احتمال التهاب پوست در صورت تماس)، استریل، کم وزن، قابلیت استفاده مجدد، ظرفیت بالای نگهداری آب (۸۰٪)، تهویه خوب (۱۷ درصد ظرفیت نگهداری هوا)، ظرفیت بافری، محیط کشت مناسب برای ریشه دار کردن بذرها و پرورش گیاهان در طول فصل رشد |
| ورمیکولیت | متخلخل، اسفنجی شکل، استریل، سبک وزن، ظرفیت بالای نگهداری آب (۵ برابر وزن هنگام جذب آب)، غرقاب شدن سریع، ظرفیت تبادل کاتیونی بالا |
| پرلیت | سیلیسی، استریل، اسفنجی شکل، بسیار سبک، زهکشی خوب، عدم تبادل کاتیونی یا دارای ظرفیت بافری، محیط کشت جوانه زنی مناسب در ترکیب با ورمیکولایت |
| سنگ های درشت و تراشه فلزی | اندازه قطر ذرات بین ۵ تا ۱۵ میلی متر، زهکشی خوب، ظرفیت پایین نگهداری آب، چگالی وزنی بالا، نیاز به آب شویی و استریلیزاسیون قبل از مصرف |
| شن | دارای اندازه های ریز تا درشت (قطر ایده آل ۰/۶ تا ۲/۵ میلی متر)، حاوی ذرات سیلت و رس (قبل از استفاده باید حذف شوند)، ظرفیت پایین نگهداری آب، چگالی وزنی بالا، ترکیب با محیط های کشت بدون خاک به منظور افزایش وزن و زهکشی |
| رس های منبسط شونده | استریل، بی اثر، به صورت گرانوله در اندازه های ۱ تا ۱۸ میلی متر، زهکشی خوب، قابلیت انباشت آب و عناصر غذایی، قابلیت استفاده مجدد |
| پامیس | دارای منشا سنگ های آتشفشانی، بی اثر، قابلیت نگهداری آب بیشتر از شن، تخلخل بالا |
| اسکوریا | متخلخل، سنگ آتشفشانی، ترکیب با محیط کشت های مخصوص جوانه زنی، سبکتر از شن و توانایی نگهداری آب بیشتر |
| اسلب های پلی اورتان[1] | نوعی ماده جدید که دارای ۷۵ تا ۸۰ درصد سوراخ های درشت و ۱۵ درصد ظرفیت نگهداری آب |

از بارزترین محیط های کشت مصنوعی می توان پرلیت، ورمی کولیت، راک وول، سنگ ریزه های

[1]- Polyurethane grow tables

کوچک و تراشه های فلزی، رس های قابل انبساط، پومیس، اسکوریا (نوعی سنگ آتشفشانی مشابه پومیس)، شن و خاکسترهای آتشفشانی[۲] که اخیرا مورد توجه قرار گرفته اشاره کرد (راویو و هاینریش، ۲۰۰۸). سیستم های کشت مبتنی بر محیط های کشت مصنوعی یا غیر آلی شامل سیستم غرقه سازی[۳] و سیستم آبیاری قطره ای[٤] می باشد. در کشت خیار بیشتر از روش آبیاری قطره ای با محیط کشت پرلایت و محیط های کشت غیرآلی دیگر استفاده می شود (بنتون جونز، ۲۰۰۵). از جمله نگهدارنده های محیط کشت کیسه یا گلدان های پلاستیکی، انواع سطل های مخصوص آبکشت، داک یا اسلب های پلاستیکی و بتونی و انواع محیط های کشت پشم شیشه را نام برد. محیط کشت پرلیت عمومی ترین محیط کشت برای پرورش گیاهان گلخانه ای بویژه خیار (مورگان، ۲۰۰۳) محسوب می شود. به عنوان مثال از پاکت های پلاستیکی حاوی پرلایت که از قسمت فوقانی تا قسمت زیرین آن برای زهکشی محلول غذایی سوراخی تعبیه گردیده است. قسمت فوقانی برای جایگذاری گیاه به صورت افقی برش داده شده و قطره چکان های محلول رسان در گوشه فوقانی پاکت ها در کنار گیاه تعبیه می گردد. گیاه ممکن است که قبلا در محیط کشت پشم شیشه (مکعبی شکل) یا محیط کشت های دیگر ریشه دار شده و سپس به محیط کشت اصلی انتقال می یابد در حالی که لوله های محلول رسان در پایین مکعب های پشم شیشه قرار داده شده اند و گلدان یا پاکت های پر شده با پرلایت یا محیط های کشت مشابه برای قرار دادن روی پاکت های نگه دارنده محیط کشت نیز می توان استفاده کرد.گلدان یا سطل های مخصوص نگه دارنده محیط کشت که با پرلایت و محیط های کشت غیرآلی مشابه پر شده باشند نیز برای قرار دادن روی کیسه های محیط کشت مورد استفاده قرار می گیرند. در این سیستم که بیشتر از نوعی سطل مخصوص به نام BATO بهره گرفته می شود در سطح وسیع برای تولید تجاری خیار مورد استفاده قرار می گیرد(شکل ۲-۱).

---

۲- Tuff

۳- Ebb-and-Flow

٤- Drip/Pass-Through Inorganic Medium