بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

تعیین آب مصرفی و تاثیر آب شور بر خصوصیات کاهو در بسترهای مختلف بدون خاک

پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی

مائده مصلحی

استاد راهنما

دکترسید سعید اسلامیان

۱۳۹۳

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کشاورزی آبیاری و زهکشی خانم مائده مصلحی

تحت عنوان

تعیین آب مصرفی و تاثیر آب شور بر خصوصیات کاهو در بسترهای مختلف بدون خاک

در تاریخ ۹۳/۱۰/۲۳ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکترسید سعید اسلامیان
۲- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر جهانگیر عابدی کوپایی
۳- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر امیر حسین خوشگفتار منش
۳- استاد داور	دکتر بهروز مصطفی زاده
۴- استاد داور	دکتر مریم حقیقی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمد مهدی مجیدی

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس پروردگاری را که مهربانیش از حد فزون است و نعمت‌هایش بی‌شمار، زبان توان شکرش را ندارد و جسم از طاعتش عاجز است.

پروردگارا! مهربانی که عشق به گیاهان را از کودکی در وجودم نهاد و پیمودن راه‌های روشن آشنایی با علم آنها را بر من هموار ساخت و در بهترین سال‌های زندگی‌ام از صحبت و همنشینی با دانشمندان و پرهیزگاران خویش بهره‌مند نمود.

پدر و مادر و همسر مهربانم که نبض خاطرم اگر می‌تپد هر لحظه به پایشان و برایشان خواهد بود.

از اساتید بزگوارم جناب آقایان دکتر اسلامیان ، که چراغ به دست مرا به راهی بردند که بی وجودشان در تاریکی بی نهایت راه‌هایی که هست نیمه تمام می‌ماندم تشکر می‌کنم. از محضر اساتید گرامی جناب آقایان دکترخوشگفتارمنش و دکترعابدی که مشاوره اینجانب را به عهده داشتند و نواقصم را با کمالات وجودشان بخشیدند کمال تشکر را دارم. هم چنین از جناب آقای دکترمصطفی زاده و خانم دکتر حقیقی که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را پذیرا شدند، کمال قدردانی را دارم.

از برادران عزی‌زم، جناب آقای مهندس زارعیان ، خانم کبیری و خانم گلابچیان که در طول انجام این پایان نامه مرا یاری نمودند سپاسگزاری می‌نمایم و برایشان آرزوی موفقیت روز افزون دارم.

مائده مصلحی

پاییز ۹۳

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت
فهرست اشکال..... یازده
فهرست جداول..... سیزده

فصل اول مقدمه

۱-۱-مقدمه ۲
۱-۲-اهمیت و ضرورت انجام کار ۴
۱-۳-اهداف تحقیق ۵
۱-۴-محدودیتهای تحقیق ۶

فصل دوم کلیات وبررسی منابع

۲-۱- گلخانه ۸
۲-۱-۱- مزایایی کشت گلخانه ای ۸
۲-۱-۲- اهداف کشت گلخانه ای ۹
۲-۱-۳-گلخانه ها از نظر شکل ۹
۲-۱-۴- گلخانه ها از نظر درجه حرارت و رطوبت ۹
۱-۱- گلخانه از نظر بستر کشت ۱۰
۲-۲-کشت بدون خاک ۱۰
۲-۲-۱- مزایای کشت بدون خاک ۱۱
۲-۲-۲- معایب کشت بدون خاک ۱۱
۲-۲-۳-وظایف و خصوصیات بسترهای کاشت ۱۱
۲-۲-۴- خصوصیات فیزیکی بستر ۱۲
۲-۲-۵- خصوصیات مکانیکی بستر ۱۵
۲-۲-۶- خصوصیات شیمیایی بستر ۱۵
۲-۳-کارایی مصرف آب در کشتهای گلخانه ای ۱۶
۲-۳-۱- نقش کیفی آب در تولید محصولات گلخانه ای ۱۸
۲-۴-شوری ۱۸
۲-۴-۱- تاثیرشوری روی رشد گیاه ۱۸
۲-۵-نیاز آبی ۱۹
۲-۵-۲- ضرورت برآورد دقیق نیاز آبی گیاهان گلخانه ای ۱۹
۱-۲- تبخیر و تعرق ۱۹
۲-۵-۲-شرایط گلخانه ای و عوامل مؤثر بر تبخیر تعرق گیاهان ۲۰
۱- ۵-۳- روشهای تعیین تبخیر- تعرق ۲۱

۱-۵-۴- اندازه گیری مستقیم تبخیر- تعرق ۲۴
۲-۵-۵- آب مورد نیاز گیاهان در گلخانه های هیدروپونیک ۲۴
۲-۶- بررسی منابع ۲۶
۲-۷- سبزیجات ۲۷
۲-۷-۱- خصوصیات کاهو ۲۷
۲-۷-۲- نیاز اکولوژیکی ۲۸
۲-۷-۳- تاریخ و فواصل کاشت در کشت های گلخانه ای ۲۹
۲-۷-۴- داشت و نگهداری گیاه در گلخانه ها ۲۹
۲-۷-۵- برداشت محصولات در گلخانه ها ۲۹
۲-۸- خصوصیات بسترهای کاشت ۲۹
۲-۸-۱- بستر کوکوپیت ۲۹
۲-۸-۲- بستر پرلیت ۲۹
۲-۸-۳- زئولایت ۳۰

فصل سوم موادوروشها

۳-۱- مشخصات کلی محل اجرای طرح ۳۲
۳-۲- تعیین برخی ویژگی‌های فیزیکی بسترهای کاشت مورد استفاده ۳۳
۳-۲-۱- جرم مخصوص ظاهری و حقیقی ۳۳
۳-۲-۲- ظرفیت نگهداشت رطوبت (رطوبت حجمی) ۳۴
۳-۳- تعیین برخی خصوصیات شیمیایی بسترهای کاشت مورد استفاده ۳۴
۳-۳-۱-PH ۳۴
۳-۳-۲-EC ۳۴
۳-۴- مشخصات آب آبیاری ۳۵
۳-۵- آبیاری با آب شور ۳۶
۳-۶- کشت گیاهان در میکرولایسیمتر ۳۶
۳-۷- آبیاری و تغذیه با محلول غذائی ۳۷
۳-۸- آبیاری میکرولایسیمترها ۳۹
۳-۹- روند انجام محاسبات ۴۰
۳-۱۰- داده‌های هواشناسی برداشت شده در گلخانه ۴۰
۳-۱۱- استفاده از مدل های رگرسیونی جهت پیش بینی آب مصرفی در گلخانه ۴۰
۳-۱۲- داشت و برداشت ۴۱
۳-۱۳- اندازه گیری صفات ۴۱
۳-۱۳-۱- ارتفاع ، وزن و تعداد برگ ۴۱
۳-۱۳-۲- وزن تر ، وزن خشک و درصد ماده خشک ۴۱
۲-۱۴- کارایی مصرف آب ۴۱
۲-۱۵- تجزیه وتحلیل آماری ۴۲

فصل چهارم نتایج وبحث

۴-۱- کلیات ۴۴
۴-۲- تغییرات پارامترهای هواشناسی ۴۴
۴-۳- تعیین عمق آب تجمعی مصرف شده کاهو ۴۷
۴-۴- ایجادمدل رگرسیونی آب مصرفی روزانه وهفتگی ۴۹
۴-۵- مقایسه مدل رگرسیونی برازش یافته جهت پیش بینی مقدار آب مصرفی ۵۲
۴-۶- آنالیز حساسیت ۵۳
۴-۷- تاثیر بستر های مختلف کاشت بر خصوصیات گیاه ۵۸
۴-۷-۱- تعداد برگ ۶۰
۴-۷-۲- ارتفاع گیاه ۶۱
۴-۷-۳- وزن تازه گیاه ۶۲
۴-۷-۴- وزن خشک گیاه ۶۲
۴-۸- مقایسه میانگین پارامترهای مختلف گیاهی در مراحل مختلف رشد وبسترهای مختلف کاشت ۶۳
۴-۸-۱- آب مصرفی ۶۳
۴-۱۱- مقایسه تاثیر بستر های مختلف کاشت بر خصوصیات گیاه در شرایط شور نسبت به شیرین ۶۶
۴-۱۱-۱- ارتفاع ۶۶
۴-۱۱-۲- وزن تازه ۶۷
۴-۱۱-۳- وزن خشک ۶۷
۴-۱۲- مقایسه میانگین پارامترهای مختلف گیاهی دربسترهای مختلف کاشت وکیفیت های متفاوت آب ۶۸

فصل پنجم نتیجه گیری وپشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری ۷۰
۵-۲- پیشنهادات ۷۲
منابع ۷۴

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱- وسیله قرائت داده های هواشناسی ۳۲
شکل ۳-۲-سنسوراندازه گیری رطوبت ۳۲
شکل ۳-۳- بسترپرلیت-کوکوپیت ۵۰٪ ۳۷
شکل ۳-٤- سترپرلیت-کوکوپیت ۹۰٪ ۳۷
شکل۳-۵- بستر پرلیت ۳۷
شکل۳-٦- بستر پرلیت و زئولیت ۱۰٪ ۳۷
شکل٦-۸- وزن کردن میکرولایسیمتر ۳۹
شکل ٦-۷- ترازوی دیجیتال ۳۹
شکل ۷-۱- نمودار تغییرات درجه حرارت حداقل و حداکثر در طول فصل رشد ٤۵
شکل ۷-۲- نمودار تغییرات رطوبت نسبی حداقل و حداکثر در طول فصل رشد ٤٦
شکل ۷-۳- نمودار تغییرات تشعشع خورشیدی در طول فصل رشد ٤٦
شکل ۷-٤- نمودار عمق آب تجمعی مصرف شده در طی فصل رشد برای بستر کاشت P90%- Z10% ٤۷
شکل ۷-۵- نمودار عمق آب تجمعی مصرف شده در طی فصل رشد برای بستر کاشت P50%- C50% ٤۸
شکل ۷-٦- نمودار عمق آب تجمعی مصرف شده در طی فصل رشد برای بستر کاشت P10%- C90% ٤۸
شکل ٤-۷- نمودار عمق آب تجمعی مصرف شده در طی فصل رشد برای بستر کاشت P100 % ٤۹
شکل ٤-۸- نمودار تغییرات روزانه و هفتگی آب مصرفی برای بستر کاشت Z10% -P90% به همراه رگرسیون برازش یافته ۵۰
شکل ٤-۹- نمودار تغییرات روزانه و هفتگی آب مصرفی برای بستر کاشت C50% -P50% به همراه رگرسیون برازش یافته ۵۱
شکل ٤-۱۰- نمودار تغییرات روزانه و هفتگی آب مصرفی برای بستر کاشت C90% -P10% به همراه رگرسیون برازش یافته ۵۱
شکل ۷-۱۱- نمودار تغییرات روزانه و هفتگی آب مصرفی برای بستر کاشت P100 % به همراه رگرسیون برازش یافته..... ۵۱
شکل ٤-۱۲- مقایسه مدل رگرسونی برازش یافته جهت پیش بینی مقدار آب مصرفی در بستر کاشت Z10% -P90%..... ۵۲
شکل ٤-۱۳- مقایسه حساسیت پارامترهای مختلف هواشناسی جهت پیش بینی مقدار آب مصرفی در بستر کاشت P90%- Z10% ۵٤
شکل ٤-۱٤- مقایسه مدل رگرسونی برازش یافته جهت پیش بینی مقدار آب مصرفی در بستر کاشت C50% -P50% ۵۵
شکل ٤-۱۵- مقایسه حساسیت پارامترهای مختلف هواشناسی جهت پیش بینی مقدار آب مصرفی در بستر کاشت -..... ۵٦
شکل ٤-۱٦- مقایسه مدل رگرسونی برازش یافته جهت پیش بینی مقدار آب مصرفی در بستر کاشت C90% -P10% ۵٦
شکل ٤-۱۷- مقایسه حساسیت پارامترهای مختلف هواشناسی جهت پیش بینی مقدار آب مصرفی در بستر کاشت P10%- C90% ۵٦
شکل ٤-۱۸- مقایسه مدل رگرسونی برازش یافته جهت پیش بینی مقدار آب مصرفی در بستر کاشت P100 % ۵۷

شکل ٤-١٩- مقایسه حساسیت پارامترهای مختلف هواشناسی جهت پیش بینی مقدار آب مصرفی در بستر کاشت P100% ٥٧
شکل ٨-٢٠-مجموع آب مصرفی درکل دوره رشد در بسترهای کاشت ٥٨
شکل ٤-٢١- حداکثراب مصرفی درکل دوره رشد ٥٩
شکل ٤-٢٢-متوسط اب مصرفی درکل دوره رشد ٥٩
شکل ٤-٢٣- حداقل اب مصرفی درکل دوره رشد..... ٦٠
شکل ٤-٢٤- نمودارتعدادبرگ دردوره های متفاوت رشد..... ٦١
شکل ٤-٢٥- نمودارتغییرات ارتفاع دردوره های رشد..... ٦١
شکل ٤-٢٦- نموداروزن خشک دردوره های متفاوت رشد..... ٦٢
شکل ٤-٢٧- نموداروزن خشک دردوره های متفاوت رشد..... ٦٢
شکل ٨-٢٨- نمودار تغییرات کاهش عملکرد گیاه در مقابل کاهش آب مصرفی..... ٦٤
شکل ٨-٢٩- تغییرات کارایی مصرف آب در مراحل مختلف کاشت و بسترهای مختلف کاشت در گلخانه ٦٥
شکل ٤-٣٠-ارتفاع گیاه درشرایط آب شوروشیرین وویژگی مختلف کاشت ٦٦
شکل ٤-٣١-وزن تازه گیاه درشرایط آب شوروشیرین ٦٧
شکل ٤-٢٧-وزن خشک گیاه درشرایط آب شوروشیرین ٦٧

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱- مقایسه وزن مخصوص ظاهری و محتوای آب بسترهای حاوی پیت اندازهگیری شده درآزمایشگاه تحت فشار مکش ۱- کیلوپاسکال و در شرایط مزرعه که به‌وسیله معادلات رگرسیونی ارائه شده توسط وور (۱۹۹۵) تخمین زده شده است..... ۱۳
جدول ۲-۲- مقادیر نسبی آب (حجمی) تعدادی از بسترهای کاشت در دو فشار مکش ۱- و ۰/۳- کیلوپاسکال..... ۱٤
جدول۳-۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی بسترهای کاشت استفاده شده ۳٤
جدول ۳-۲- مقادیر PH و EC بسترهای کاشت استفاده شده..... ۳۵
جدول ۳-۳- ترکیب شیمیایی و غلظت نهایی عناصر محلول غذایی مورد استفاده..... ۳۸
جدول ۳-٤- میانگین داده های هواشناسی ثبت شده در داخل گلخانه..... ٤۰
جدول ٤-۱- مقادیر R2 بسترهای مختلف کاشت..... ۵۰
جدول ۴-۲-مقادیر مجموع ،حداکثر،حداقل میزان آب مصرفی..... ۵۸
جدول ۴-۳- تعدادبرگ دردوره های متفاوت رشد دربسترهای مختلف ۶۰
جدول۴-۴-نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به خصوصیات گیاه ۶۳
۴-۵-مقایسه میانگین پارامترهای مختلفی گیاهی دربسترهای مختلف کاشت..... ۶۸

سیزده

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این

پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

برای تو که دیدنت تمای معنای زندگیست و من حرکت می‌کنم تا تو را از تمام زاویه‌های تمام منظره‌هایت دیده باشم.

تقدیم به

همسر و مادر عزیزم

چکیده

امروزه بهره‌وری از آب در بخش کشاورزی از اهمیت شایانی برخوردار می‌باشد. یکی از روش‌هایی که در بخش کشاورزی در جهت افزایش بهره‌وری از آب در سالیان اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است، استفاده ازگلخانه‌ها می-باشد. کشت بدون خاک یکی از روش‌های نوین کشت گلخانه‌ای است که می‌تواند در افزایش کارآیی و بهبود عملکرد در تولید محصولات مؤثر باشد. از طرف دیگر مهم‌ترین پارامتر در مدیریت آبیاری محصولات و به خصوص محصولات گلخانه‌ای آب مصرفی است. هدف از این مطالعه تعیین آب مصرفی کاهو و بررسی تاثیر آب شور بر عملکرد آن می باشد. تیمارهای آزمایشی در میکرولایسیمتر در قالب آزمای‌ش فاکتوری‌ه طرح کاملا تصادفی در هشت تکرار در گلخانه کشت بدون خاک در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار نوع بستر ترکیبی از مواد مختلف (بستر اول: ۹۰٪ کوکوپیت و ۱۰٪ پرلیت بستر دوم: ۵۰٪ کوکوپیت و ۵۰٪ پرلیت ، بستر سوم: ۱۰۰٪ پرلیت و بسترچهارم: ۹۰٪ پرلیت و ۱۰٪ زئولیت و دو نوع آب شیرین (EC=۰/٤۸ dS/m) و شور (EC=۲/۵ dS/m) بودند. برای تعیین آب مصرفی گیاه از روش بیلان وزنی در میکرولایسیمتر استفاده شد. در طول فصل رشد، داده های هواشناسی نیز در داخل گلخانه اندازه‌گیری شد. برای بررسی مصرف آب در هر بستر کاشت، مدل رگرسیونی غیر خطی جهت پیش‌بینی آب مصرفی کاهو در شرایط گلخانه ارائه گردید. همچنین اثر پارامترهای مختلف هواشناسی بر میزان آب مصرفی به وسیله مدل رگرسیونی مورد بررسی قرار گرفت. دقت مدل رگرسونی برازش یافته جهت پیش‌بینی مقدار آب مصرفی کاهودر هر بستر در حد مطلوبی به دست آمد. بررسی حساسیت پارامترهای مختلف هواشناسی جهت پیش‌بینی مقدار آب مصرفی نشان داد که دمای حداقل کم‌ترین حساسیت و تشعشع خورشیدی بیشترین میزان حساسیت را در بین پارامترهای ورودی بر میزان آب مصرفی دارا بود. همچنین نتایج نشان داد که مقدار کل آب مصرفی کاهو طی ۲ ماه دوره رشد در بستر زئولیت + پرلیت ۲۹٤/٤۲ میلی‌متر (۵/٤٤ لیتر)، در بستر کوکوپیت۵۰٪ + پرلیت۵۰٪، ۲٦۰/۱ میلی‌متر (٤/۸۱ لیتر)، کوکوپیت۹۰٪ + پرلیت۱۰٪، ۲۰٦/٤۸ میلی‌متر (۳/۸۳ لیتر) و برای بستر پرلیت۱۰۰٪، ۱٦٤/۳۵ میلی‌متر (۳/۰٤ لیتر) بود. بیشترین میزان کارآیی مصرف آب کاهو برابر ۰/۰۰۵۹کی‌لوگرم بر متر مکعب، بیشترین وزن تر و خشک گیاه به ترتیب ۲۵۸/٦۳ و ۳٤/۷۹ گرم متعلق به بستر زئولیت + پرلیت بود. بیشترین میزان وزن تر وخشک در حالت آبیاری با آب شور به ترتیب ۱۸٦/۱۷ و ۲۳/۰۷ گرم متعلق به بستر زئولیت + پرلیت بود. در این مطالعه بهترین بستر کاشت در دو حالت شور و شیرین، بستر زئولیت + پرلیت تشخیص داده شد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان از مدل‌های رگرسیونی جهت تعیین آب مصرفی گیاهان در محیط گلخانه استفاده کرد.

کلمات کلیدی: گلخانه، کشت بدون خاک، آب مصرفی،کوکوپیت، کاهو.

فصل اول
مقدمه

۱-۱- مقدمه

رشد سریع جمعیت جهان و متناسب با آن افزایش نیاز آبی اعم از مصارف شرب، صنعت، کشاورزی وتوسعه شهری، ضرورت برنامه‌ریزی در جهت استفاده بهینه از این منبع حیات بخش را بیش از بیش ایجاب می‌کند.کشور ایران از یک طرف به دلیل ریزش های جوی کم، متوسط ۲۵۲ میلی متر در سال در زمره کشورهایی با شرایط آب و هوائی خشک و نیمه خشک قرار می‌گیرد[۶]. ازطرف دیگر به دلیل رشد جمعیت،گسترش شهرنشینی روز به روز با افزایش تقاضای آب مواجه می‌شود. محدودیت منابع آب مناسب، مشکلات ناشی از آبیاری بیش از نیاز گیاه و آلودگی آب‌های زیرزمینی از عمده‌ترین تنگناها و مشکلات کشاورزی در ایران می باشد. از طرف دیگر افزایش روز افزون جمعیت نیاز به تولید مواد غذایی بیشتر را طلب می‌کند. مدیریت آب (IWMI) بیانگر این نکته است که با ادامه افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی و گسترش صنایع تا سال ۲۰۲۵ میزان آب قابل تخصیص برای بخش کشاورزی در کل جهان محدودتر خواهد شد و به خاطر اختصاص یافتن آب بخش کشاورزی به خانگی و صنعتی، این بخش با زیان‌های بیشتری مواجه خواهد گردید. بنابراین اگر میزان سرمایه گذاری در مدیریت پایدار منابع آب طی سالیان آینده کاهش یابد، جهان با کاهش چشم‌گیری در تولید غذا و افزایش سرسام‌آور قیمت مواد غذایی و بحران‌های فراوانی در بخش کشاورزی رو به رو خواهد شد[۴۰]. بنابراین یافتن راه-کارهایی جهت غلبه بر کمبود آب در این مناطق همواره از اولویت‌های مطالعاتی و پژوهشی بوده است تا بتوان محصولات کشاورزی را برای این جمعیت رو به ازدیاد تولید نمود. بخش کشاورزی مهم‌ترین مصرف کننده آب بوده و مصرف بهینه و افزایش بهره‌وری از آب در این بخش سهم بسزایی در حفظ

دراین راستا داردسال‌های اخیر توسعه سیستم‌های کشاورزی پایدار مورد توجه بوده و بدین منظور کشت گیاهان گلخانه ای توصیه شده است. امروزه با توجه به نیاز به بهره برداری بهینه از آب، خاک، نهاده‌ها و نیروی انسانی کشور در جهت رشد درآمد ناخالص ملی و تأمین مواد غذایی جمعیت رو به رشد کشور، برنامه‌های احداث و توسعه شهرک های گلخانه‌ای در دست اقدام است[۱]. همچنین نیز به علت عدم دسترسی به خاک مناسب در بسیاری از مناطق وکنترل بهتر و دقیق‌تر عوامل موثر در تولید در واحدهای هیدروپونیک یا کشت بدون خاک تمایل زیادی برای مجهز کردن گلخانه‌ها به این سیستم وجود دارد. هیدروپونیک یا کشت بدون خاک یک تکنولوژی برای پرورش گیاهان در محلول غذایی است که تمام عناصر مورد نیاز گیاه را با، یا بدون نیاز به یک بستر در اختیار گیاه قرار می‌دهد[۲].

در طی سال‌های گذشته، استفاده از کشت های بدون خاک، برای تولید سبزی ها افزایش یافته است. زیرا با استفاده از این تکنیک می‌توان از حجم فضای موجود در محیط گلخانه به نحو بهتری استفاده نمود [۱۳]. سیستم کشت بدون خاک در صورت مدیریت صحیح یک سیستم ایده‌آل برای تأمین نیاز غذایی و آبی گیاهان می‌باشد و با یک برنامه آبیاری خوب و کنترل شده می‌توان به تعادل مطلوبی بین رشد رویشی و زایشی رسید. تاکنون تحقیقات زیادی بر روی محصولات مختلف اعم از خیار، گوجه فرنگی و کاهو در این سیستم صورت گرفته است[۴]. کاهو یکی از محصولاتی است که در بسیاری از کشورها از جمله ایران به صورت تجاری با استفاده از سیستم کشت بدون خاک تولید می‌شود. حجم محدود محیط ریشه و ظرفیت نگهداری آب پایین بسترها در کشت بدون خاک از مسائل مهم و بحرانی این سیستم می-باشد[۱۳]. تکنیک کشت بدون خاک علاوه بر ایجاد عملکرد بالا در گیاهان، تولید با کیفیت بالا را بدون خطرات احتمالی موجب می‌شود[۹]. این روش کشت به گونه های موفقیت‌آمیز در چند دهه اخیر با هدف تولید متمرکز و کاهش هزینه مورد استفاده قرار گرفته است.

گلخانه‌ها سازه هایی هستند که باید شرایط رشد مطلوب گیاه را در تمام سال فراهم نمایند، به طوری-که شرایط اقلیمی گیاه را در مقایسه با اقلیم بیرونی اصلاح نمایند. با توجه به روند رو به رشد محصولات گلخانه‌ای درکشور، تخمین دقیق نیاز آبی این محصولات تا حدودی جوابگوی برخی مشکلات بیان شده خواهد بود. تحقیقات متعددی در زمینه کشت‌های گلخانه ای صورت گرفته اما تعیین نیاز آبی و برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان گلخانه‌ای در ایران کمتر مورد توجه واقع شده است[۶].

گلخانه‌ها به انتقال نور بالا، مصرف حرارت کم، تهویه کافی، استحکام سازه‌ای و هزینه احداث و اداره کم نیاز دارند. برای محافظت انرژی باید گلخانه‌ها کم ارتفاع باشند. کنترل سیستم خاک یا اتمسفر گلخانه به طور هم‌زمان بر اساس تعادل آب و انرژی پایه‌گذاری شده است[۱۲]. دو جزء در اندازه‌گیری و کنترل چرخه آب در گلخانه مهم می‌باشد که اولین جزء آن خاک (یا لایه ساختگی و مصنوعی نظیر هیدروپونیک) و دومین جزء آن آب اضافه شده، یا کم شده و یا ذخیره شده در ناحیه ریشه در دوره مورد نظر است[۹]. هیدروپونیک (پرورش گیاهان بدون خاک) از یافته‌های آزمایشاتی گرفته شده که جهت تعیین مواد مورد نیاز رشد گیاه و ترکیب عنصری گیاه اجرا گردید. سابقه چنین آزمایشاتی به اوایل سال

۱۶۰۰ میلادی بر می‌گردد. بعدها فیزیولوژیست‌ها با پرورش گیاهان در محلول‌های ویژه برای اهداف آزمایشی، این روش را غذا کشت نامیدند[۲۱].

در میان روش‌های مختلف هیدروپونیک،کشت در بسترهای متخلخل اصلی‌ترین و بهترین سیستم کشت می‌باشد[۵۳].

در مناطق خشک و نیمه خشک که مسأله کمبود آب یکی از معضلات کشاورزی می‌باشد، تعرق اساسی‌ترین فرآیندی است که در زنجیره آب- خاک-گیاه و اتمسفر صورت می‌گیرد. حدود ۹۰ درصد اجزاء فعال گیاه از آب تشکیل شده و بیش از ۹۹ درصد آب مصرفی گیاه صرف تبخیر و تعرق می‌شود [۱۶]. در محیط باز برای تعیین میزان تبخیر و تعرق گیاهان و در نتیجه دست‌یابی به میزان آب مصرفی مورد نیاز آن‌ها روش‌های توازن انرژی، تجربی، آئرودینامیک و ترکیبی وجود دارد که هر کدام از روش‌ها و فرمول‌ها برای یک منطقه آب و هوایی مناسب است. با توجه به محدودیت‌های موجود در شرایط گلخانه فقط تعداد محدودی از این روش‌ها قابل اجرا می‌باشد. حدود ۹۴ درصد از آب مصرفی، به بخش کشاورزی اختصاص دارد و بیش از ۶۵ درصد از این آب در اثر راندمان پایین طی روند آبرسانی و آبیاری از دسترس خارج می‌شود. یکی از پارامترهای مهم در این راستا، تعیین تبخیر و تعرق می‌باشد. تخمین تبخیر وتعرق در طرح‌های آبیاری، طراحی آب مخازن، محاسبه بیلان، تعیین رواناب و مطالعات هواشناسی ضروری است [۱۹ و۴۷].

۱-۲- اهمیت و ضرورت انجام کار

با توجه به شرایط خاص اقلیمی کشور ایران و پائین بودن امکان افزایش منابع جدید آب مورد استفاده در بخش کشاورزی و ضرورت افزایش تولیدات کشاورزی از منابع آب محدود، استفاده از روش‌های علمی و فنی مناسب جهت افزایش کارآیی مصرف آب کشاورزی از ضروریات بخش کشاورزی است. از طرف دیگر بخش کشاورزی مهم‌ترین مصرف‌کننده آب در کشور ما بوده و از این‌رو استفاده بهینه و افزایش بهره‌وری از آب در کشاورزی سهم بسزایی در حفظ منابع آبی کشور داراست. افزایش جمعیت و به طبع آن تقاضا برای تهیه محصولات کشاورزی و همچنین فصلی بودن تولید محصولات سبب شده که برای تأمین نیاز مردم راهکارهایی در نظر گرفته شود تا هم میزان تولید افزایش یابد و هم امکان تولید محصولات در خارج از فصل میسر باشد. از جمله این راهکارها کشت محصولات (اعم از سبزی و میوه) در گلخانه است که استفاده از آن در سالیان اخیر در اکثر نقاط کشور روند رو به رشدی پیدا نموده و توجه اکثر محققان را به خود جلب نموده است[۲۲]. بنابراین ایران به دلیل شرایط آب و هوایی خاص و محدودیت منابع آبی از جمله کشورهایی است که نیاز به تجدید نظر به ساختار نظام کشت داشته و در این راستا توسعه کشت‌های گلخانه‌ای و از طرفی به دلیل وجود مشکلاتی هم‌چون بافت سنگین خاک و بیماری‌ها در گلخانه‌ها، محققان سیستم غذا کشت را جایگزین سیستم‌های سنتی کشت های خاکی کردند.آنچه در این ارتباط می تواند مهم باشد تغییر نگرشی است که به این نوع سیستم کاشت مطرح

بوده و باید این باور ایجاد شود که سیستم کشت گلخانه‌ای به صورت هیدروپونیک تفاوت اساسی با سیستم کشت سنتی داشته و علاوه بر تجربه، نیازمند داشتن دانش گلخانه‌داری می‌باشد که در این راستا توجه به نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای از اهمیت خاصی برخوردار است[۲۵].

عدم استفاده مطلوب از آب و محدودیت منابع آب و نیاز فزاینده بشر به غذای بیشتر، متنوع و مطلوب‌تر باعث می‌شود تا مهندسین آبیاری با اعمال شیوه‌های مدیریتی نوین اقدام به صرفه جوئی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری آن نمایند. یکی از این شیوه‌ها استفاده از محیط‌های کشت کنترل شده و گلخانه برای تولید انواع محصولات می‌باشد. اگرچه نیاز آبی و مصرف آب در گلخانه نسبت به محیط باز کم است ولی برآورد نسبتاً دقیق آن و انطباق برنامه آبیاری براساس نیاز انواع گیاهان و شرایط رشد آنها به آب (آبیاری به موقع و به اندازه) به دلایل زیر دارای اهمیت ویژه است:

- با برآورد مقدار نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای در هر شرایطی می توان حد بهینه مصرف را (نه زیاد و نه کم) برای محصولات مورد نظر فراهم کرد تا بتوان از سرمایه‌گذاری انجام شده و واحد آب مصرفی در گلخانه حداکثر استفاده را نمود.
- به منظور افزایش بهره‌وری از آب مصرفی باید برنامه‌ریزی آبیاری (دور و عمق آبیاری) براساس مقدار آب مصرفی گیاه تعیین شود. لذا مقدار آب مورد نیاز گیاه باید نسبتاً دقیق برآورد شود تا مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح آبیاری بر آن استوار گردد.
- در شرایطی که آب با کیفیت مطلوب وجود ندارد احداث گلخانه‌ها به منظور تأمین آب با کیفیت مناسب، نظیر استفاده از آب شیرین‌کن‌ها، تلفیق آب با، یا بدون کیفیت خوب انجام می‌گیرد. در این صورت برآورد دقیق میزان آب لازم، دربرنامه‌ریزی، سرمایه‌گذاری اولیه و بررسی اقتصادی طرح بسیار مؤثر است[۳].

بنابراین با توجه به اهمیت بخش کشاورزی در اقتصاد کشور و مصرف ۹٤ درصدی منابع آب در این بخش انتخاب راهکارهایی که کاهش مصرف و استفاده بهینه آب را به دنبال داشته باشد، از اولویت برخوردار است[۲۵].

۱-۳- اهداف تحقیق

۱- تعیین میزان آب مصرفی کاهو در شرایط گلخانه.
۲- تاثیر بسترهای مختلف کشت بر میزان آب مصرفی کاهو در شرایط گلخانه.
۳- تاثیرکیفیت های متفاوت آب بر عملکرد کاهو.
٤- تعیین کارایی مصرف آب کاهو در شرایط گلخانه.
۵- مقایسه رشد و عملکرد کاهو در بسترهای مختلف کشت و تعیین مناسب‌ترین بستر بدون خاک برای محصول.

۱-۴- محدودیت‌های تحقیق

۱- عدم دسترسی به تجهیزات الکترونیکی جهت ثبت داده‌های مربوط به رطوبت بسترها در گلخانه.
۲- عدم امکان کشت محصولات بیشتر در درون گلخانه به علت کمبود فضای کاشت.
۳- کشت چند گیاه مختلف در گلخانه و انتقال بیماری و آفات در بین گیاهان.

طبق مطالعات انجام شده توسط کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران که در سال ۱۳۸٤ در مورد وضع موجود بهره‌برداری در تعدادی از گلخانه‌های تولیدی کشور انجام گرفت، اطلاعاتی شامل میانگین سنی بهره‌برداران، میزان تحصیلات، مساحت بهره‌برداری، بافت خاک، شوری منابع خاک و آب، روش آبیاری، منبع تامین آب، نیازآبشویی، مصرف کود، نوع محصول، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب جمع‌آوری گردید. منبع آب در این گلخانه‌ها عموماً چاه و روش آبیاری قطره‌ای بوده و نیز در حدود ۷۷٪ از آن‌ها، آبشویی به منظور اصلاح و بهبود خاک انجام می‌شد[۶]. همچنین از لحاظ کارایی مصرف آب در گلخانه‌های بررسی شده در ۳۸ ٪ از گلخانه‌ها، شاخص کارآیی مصرف آب بالاتر از ۲۰ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب مصرفی بوده است. متغیر بودن بسیار بالای این شاخص، نشان‌دهنده وجود پتانسیل برای بهبود بیشتر بهره‌وری آب در گلخانه است[۶ و ۱۸]. طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی محصول خیار با عملکرد بین ۱۲۰ تا ۲۹۰ تن، گوجه فرنگی ۳۰۰ تا ٤۰۰ تن و فلفل ۲۳۰ تا ۳۰۰ تن در هکتار در گلخانه برداشت می‌شوند. در حالی که فقط بین ۱۰ تا ۱۵ هزار مترمکعب آب در هکتار برای تولید این محصولات در گلخانه‌ها مصرف می‌شود. در فضای باز و مزرعه برای تولید محصولات مذکور حداقل ۱۸ هزار متر مکعب آب مورد نیاز است و عملکرد نیز به ۲۵ تن در هکتار نمی‌رسد[۱۲].

بنابراین تعیین دقیق نیاز آبی گیاهان در گلخانه جهت بهره‌وری بیشتر از آب بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

فصل دوم
کلیات و بررسی منابع

۲-۱- گلخانه

گلخانه عبارت است از یک بدنه چوبی یا فلزی که توسط پوشش شیشه یا پلاستیک، می‌پوشاند و سبب ایجاد یک خرد اقلیم با شرایط کاملاً کنترل شده می‌گردد. از این طریق نه تنها تولید محصول افزایش می‌یابد بلکه در هر فصلی می‌توان نسبت به تولید اقدام نمود. مهم‌ترین عوامل بیرونی که توسط گلخانه قابل کنترل است دما و تشعشع بوده که در رشد گیاه تاثیر بسزایی دارند[۱۳].

اصطلاح گلخانه به ظاهر محیط‌های بسته و کنترل شده را که تنها به پرورش گل اختصاص دارد، تداعی می‌کند، در صورتی که امروزه در گلخانه‌ها به جز انواع گل‌ها وگیاهان گلدانی و زینتی، سبزیجات و صیفی‌جات و پاره‌ای از دیگر محصولات زراعی کاشته می‌شود.گلخانه‌ها با توجه به شکل، شرایط محیطی و بستر کشت به انواع مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند.

۲-۱-۱- مزایایی کشت گلخانه ای

۱- افزایش تولید در واحد سطح.

۲- تولید بیش از یک محصول در سال (که در مورد خیار تولید سه بار در سال و همچنین در مورد گوجه فرنگی تولید دو بار در سال ممکن می باشد)[۵].

۳- افزایش کیفیت محصول تولیدی (که با کنترل دقیق و بهتر آفات و بیماری‌ها با روش‌های کنترل بیولوژیکی و کاهش مصرف سموم که باعث افزایش کیفیت محصول و افزایش صادرات و حفظ محیط زیست می‌شود).

٤- صرفه‌جویی در مصرف آب (با روش آبیاری تحت فشار)[۱۱].

٥- استفاده از اراضی غیر قابل‌کشت با سیستم هیدرو پونیک.

٦- عدم وابستگی تولید به شرایط محیطی و امکان بازاریابی مناسب و تنظیم برنامه کشت مطابق با نیاز بازار[۱۰].

۲-۱-۲- اهداف کشت گلخانه‌ای

۱- تولید محصول در محلی که در آن محصول تولید نمی‌شود.

۲- تولید در زمانی که کشت محصول در هوای آزاد غیر ممکن است.

۲-۱-۳- گلخانه ها از نظر شکل

گلخانه‌ها از نظر شکل به گلخانه‌های یک‌طرفه، نیمه دوطرفه، دو طرفه و چند طرفه تقسیم می شوند.گلخانه‌های یک طرفه در جوار دیوار ساخته می‌شوند. دیواره شمالی آن با مصالح ساختمانی و دیواره های شرقی و غربی (تماماً و یا نصف آن) با آجرساخته شده و برای اینکه سقف شیب‌دار باشد دیواره جنوبی کوتاه‌تر در نظرگرفته می‌شود. درب گلخانه‌ها معمولاً در ضلع شرقی یا غربی تعبیه می-شود. در گلخانه‌های نیمه دو طرفه، سقف، از دیوار شمالی تا یک سوم عرض کل سقف، دارای شیب منفی و در بقیه قسمت ها دارای شیب مثبت است (مرتفع‌ترین نقطه سقف به اندازه یک سوم عرض گلخانه با دیواره شمالی فاصله دارد). در گلخانه‌های دو طرفه طول گلخانه شمالی - جنوبی و ارتفاع دیواره‌های شرقی و غربی، هم سطح است لذا شیب طرفین و اندازه آنها با هم برابر است. در گلخانه‌های چند طرفه سقف به صورت مجموعه ناودانی شکل ساخته شده که به وسیله پشته‌ها از یکدیگر جدا شده و منظره جوی و پشته به خود می‌گیرد[۱۳].

۲-۱-٤- گلخانه ها از نظر درجه حرارت و رطوبت

گلخانه‌ها از نظر درجه حرارت و رطوبت به گلخانه‌های گرم، گرم و مرطوب، معتدل و خنک تقسیم می‌شوند.گلخانه‌های گرم برای پرورش گیاهان گرمسیری با درجه حرارت ۲ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد به کارگرفته می‌شوند.گلخانه‌های گرم و مرطوب برای ازدیاد بذور گیاهان گرمسیری، پیوند درختان در زمستان، ریشه‌دار کردن انواع قلمه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و رطوبت گلخانه نزدیک به اشباع است. گلخانه‌های معتدل برای نگهداری گل‌ها و پاره‌ای گونه‌های گیاهی در فصل زمستان به کار برده می‌شود و دمای آنها حدود ۱۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.گلخانه‌های خنک برای پرورش و نگهداری گیاهانی