پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی اثرات نور و دی اکسیدکربن تکمیلی بر ریشه‌زایی قلمه‌ها و صفات کمی و کیفی گیاه برگ زینتی کروتون در شرایط گلخانه

غلامرضا چنارانی

استادان راهنما
دکتر محمود شور
دکتر علی تهرانی فر

استادان مشاور
دکتر سید حسین نعمتی
دکتر غلامحسین داوری نژاد

زمستان ۱۳۹۱

دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی

از این پایان نامه کارشناسی ارشد توسط غلامرضا چنارانی دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی و اصلاح گیاهان زینتی در تاریخ

در حضور هیات داوران دفاع گردید. پس از بررسی های لازم، هیات داوران این پایان نامه را با نمره عدد حروف و با درجه مورد تایید قرار داد / نداد.

عنوان پایان نامه: بررسی اثرات نورودی اکسیدکربن تکمیلی بر ریشه زایی قلمه ها و صفات کمی و کیفی گیاه برگ زینتی کروتون در شرایط گلخانه

سمت در هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	گروه	موسسه / دانشگاه	امضاء
داور	دکتر سید حسین آروئی و دکتر بهرام عابدی	استادیار/استادیار	علوم باغبانی	دانشگاه فردوسی مشهد	
استاد راهنما	دکتر محمود شور و دکتر علی تهرانی فر	استادیار/دانشیار	علوم باغبانی	دانشگاه فردوسی مشهد	
استاد مشاور	دکتر سید حسین نعمتی و دکتر غلامحسین داوری نژاد	استادیار/دانشیار	علوم باغبانی	دانشگاه فردوسی مشهد	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر محمد مقدم	استادیار	علوم باغبانی	دانشگاه فردوسی مشهد	

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: بررسی اثرات نور و دی اکسیدکربن تکمیلی روی ریشه داری قلمه‌ها و صفات کمی و کیفی گیاه برگ زینتی کروتون در شرایط گلخانه

اینجانب غلامرضا چنارانی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته علوم باغبانی- گرایش فیزیولوژی و اصلاح گیاهان زینتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی دکتر شور و دکتر تهرانی فر متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد یگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ

امضاء غلامرضا چنارانی

مالکیت نتایج و حق نشر

- **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.**

تقدیم به

پدر، مادر

و همسر عزیزم

چکیده

به منظور بررسی اثر دی اکسید کربن و نور بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه برگ زینتی کروتون (*Codiaeum variegatum* L.)، آزمایشی در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه طرح کاملا تصادفی در سال ۹۱- ۱۳۹۰ به اجرا درآمد. دی‌اکسیدکربن به عنوان کرت اصلی در سه سطح (۳۸۰ پی‌پی‌ام به عنوان تیمار شاهد، ۷۵۰ و ۱۰۵۰ پی‌پی‌ام)، و شدت نور به عنوان کرت فرعی (۱۰۰۰۰ لوکس به عنوان تیمار شاهد، ۱۲۰۰۰ و ۱۴۰۰۰ لوکس)، تیمارهای این آزمایش را تشکیل دادند. هر یک از تیمارها با سه تکرار انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد که با اعمال تیمارهای دی-اکسیدکربن و نور میزان ریشه‌زایی قلمه‌ها افزایش یافت. همچنین صفات دیگری همچون حجم ریشه، مجموع طول ریشه افزایش معنی داری پیدا کرد. اما میانگین قطر ریشه نسبت به شاهد افزایش معنی داری نداشت. صفات دیگر مورفولوژیکی همچون طول برگ، سطح برگ، تعداد برگ، تعداد میانگره، طول میانگره، ارتفاع بوته و قطر ساقه و غیره افزایش معنی داری نسبت به شاهد داشت و صفات بیوشیمیایی مثل رنگدانه های کاروتنوئید و آنتوسیانین افزایش معنی داری پیدا کرد ولی میزان کلروفیل a و b و هدایت روزنه‌ای کاهش پیدا کرد. در این آزمایش تغییرات روزنه‌ها و سلول-های اپیدرمی نیز بررسی شد که نشان داد تعداد سلول‌های اپیدرمی و تعداد روزنه‌ها افزایش معنی داری پیدا کرد (استفاده بهتر از شرایط) و قطر روزنه ها کاهش یافت و درصد شاخص روزنه افزایش معنی داری نداشت.

کلمات کلیدی : دی اکسید کربن، فتوسنتز، رنگدانه، روزنه‌ها، ریشه‌زایی

فهرست مطالب

فصل اول ۱

۱- مقدمه ۱

۱- ۱- اهداف پژوهش ۶

فصل دوم ۷

بررسی منابع ۷

۲- ۱- گیاهشناسی گیاه کروتون ۷

۲- ۲- اثرات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی افزایش دی‌اکسیدکربن ۸

۲- ۲- ۱- اثر افزایش دی‌اکسیدکربن بر خصوصیات برگ گیاه ۸

۲- ۲- ۲- اثر افزایش دی‌اکسیدکربن بر زیست توده و نسبت اندام زیر زمینی به اندام هوایی و سایر صفات مورفولوژیک ۹

۲- ۲- ۳- اثر افزایش دی‌اکسیدکربن بر تجمع و توزیع کربوهیدرات گیاهی ۱۴

۲- ۲- ۴- اثر افزایش دی‌اکسیدکربن بر میزان رنگیزه‌ها ۱۵

۲- ۲- ۵- رابطه‌ی غلظت دی‌اکسیدکربن با باز و بسته شدن روزنه‌ها ۱۵

۲- ۳- اثر افزایش دی‌اکسیدکربن بر خصوصیات فیزیولوژیکی ۱۷

۲- ۳- ۱- دی اکسید کربن تکمیلی ۲۰

۲- ۴- نور ۲۴

۲- ۴- ۱- مکانیزم‌های افزایش نور ۲۵

۲- ۴- ۲- فرآیند جذب نور ۲۶

۲- ۴- ۳- بر همکنش نور و دی‌اکسیدکربن ۳۳

فصل سوم ۳۶

مواد و روشها ۳۶

۳- ۱- مکان و زمان اجرای آزمایش ۳۶
۳- ۲- مواد گیاهی ۳۶
۳- ۳- طرح آزمایشی ۳۶
۳- ۴- خصوصیات بستر کشت ۳۷
۳- ۵- اعمال تیمار دی‌اکسیدکربن ۳۷
۳- ۶- اعمال تیمار نور ۳۷
۳- ۷- صفات مورد بررسی ۳۷
۳-۸- اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک ۳۸
۳- ۸- ۱- سطح برگ ۳۸
۳-۸- ۲- وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی ۳۸
۳- ۸- ۳- خصوصیات ریشه (مجموع طول ریشه، مجموع قطر ریشه، سطح ریشه و حجم ریشه) ۳۸
۳- ۹- اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک ۳۹
۳- ۹- ۲- اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین ۳۹
۳- ۹- ۳- اندازه‌گیری فتوسنتز ۴۰
۳- ۹- ۴- هدایت روزنه‌ای ۴۰
۳- ۹- ۵- خصوصیات روزنه‌ها و سلول‌های اپیدرمی ۴۰
۳- ۱۰- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۴۱
فصل چهارم ۴۲
نتایج و بحث ۴۲
۴- ۱- بررسی خصوصیات مورفولوژیک ۴۲
۴- ۱- ۱- تعداد برگ، سطح برگ و طول برگ ۴۲
۴- ۱- ۲- قطر ساقه، ارتفاع ساقه، تعداد میانگره و طول میانگره ۴۸

۴- ۱- ۳- وزن خشک ریشه، وزن خشک بخش هوایی ۵۴
۴- ۱- ۴- مجموع طول ریشه، مجموع قطر ریشه، سطح ریشه و حجم ریشه ۵۸
۴- ۲- بررسی صفات فیزیولوژیک ۶۶
۴- ۲- ۱- شاخص کلروفیل، کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل ۶۶
۴- ۲- ۲- بررسی شاخص آنتوسیانین ۶۹
۴- ۲- ۳- هدایت روزنه‌ای ۷۱
۴- ۲- ۴- فتوسنتز ۷۳
۴- ۲- ۵- روزنه‌ها و سلول‌های اپیدرم ۷۷
نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۸۶
منابع ۸۸
فهرست اسامی لاتین ۹۹

عنوان شکل‌ها

عنوان شکل صفحه

شکل۱- ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر طول برگ..... ۵۰

شکل ۲- ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر تعداد برگ..... ۵۰

شکل ۳- ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر سطح برگ..... ۵۱

شکل ۴-۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر قطرساقه..... ۵۲

شکل۵- ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر ارتفاع ساقه..... ۵۲

شکل۶- ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر تعداد میانگره..... ۵۳

شکل۷- ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر طول میانگره..... ۵۳

شکل ۸-۴. اثر ساده دی‌اکسیدکربن بر وزن خشک ریشه..... ۵۶

شکل ۹- ۴. اثر ساده نور بر وزن خشک ریشه..... ۵۶

شکل۱۰- ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر وزن خشک اندام هوایی..... ۵۷

شکل ۱۱- ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر مجموع طول ریشه..... ۶۰

شکل ۱۲- ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر سطح ریشه(mm^2)..... ۶۱

شکل۱۳- ۴. اثر ساده دی‌اکسیدکربن بر میانگین قطر ریشه..... ۶۱

شکل۱۴- ۴. اثر ساده نور بر میانگین قطر ریشه..... ۶۲

شکل۱۵- ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر حجم ریشه(mm^3)..... ۶۳

شکل ۱۶-۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر کلروفیل a..... ۶۵

شکل ۱۷-۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر کلروفیل b..... ۶۶

شکل ۱۸-۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر کاروتنوئید..... ۶۶

شکل ۱۹-۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر کلروفیل کل..... ۶۷

عنوان شکل	صفحه

شکل۲۰– ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر آنتوسیانین..... ۶۸

شکل۲۱– ۴. اثر ساده دی‌اکسیدکربن بر هدایت روزنه‌ای..... ۷۰

شکل۲۲– ۴. اثر ساده نور بر هدایت روزنه‌ای..... ۷۰

شکل۲۳– ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر فتوسنتز..... ۷۲

شکل۲۴– ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر تعداد روزنه..... ۷۶

شکل۲۵– ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر تعداد سلول‌های اپیدرمی..... ۷۷

شکل۲۶– ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر قطر روزنه..... ۷۹

شکل۲۷– ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر مساحت روزنه..... ۷۹

شکل۲۸– ۴. اثر متقابل دی‌اکسیدکربن و نور بر مساحت سلول‌های اپیدرمی..... ۸۱

شکل۲۹– ۴. اثر ساده دی‌اکسیدکربن بر شاخص روزنه..... ۸۲

شکل۳۰– ۴. اثر ساده نور بر شاخص روزنه..... ۸۳

عنوان جدول‌ها

عنوان جدول	صفحه

جدول ۱- ۱- واکنش برخی از گیاهان گلخانه‌ای نسبت به افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن..... ۲۸

جدول ۱- ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورفولوژیک گیاه کروتون..... ۴۴

جدول ۲- ۴- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک گیاه کروتون ۴۴

جدول ۳- ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورفولوژیک گیاه کروتون..... ۵۳

جدول ۴- ۴- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک گیاه کروتون ۵۳

جدول ۵- ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات فیزیولوژیک گیاه کروتون..... ۶۵

جدول ۶- ۴- مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک گیاه کروتون ۶۵

جدول ۷- ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات فیزیولوژیک گیاه کروتون..... ۷۶

جدول ۸- ۴- مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک گیاه کروتون ۷۶

فهرست علائم و اختصارات

علامت	معادل انگلیسی	معادل فارسی
ATP	Adenosine Triphosphate	آدنوزین تری فسفات
CAM	Crassulacean Acid Metabolism	متابولیسم اسید کراسولاسه
FACE	Free Air CO_2 Enrichment	غنی سازی آزاد دی اکسید کربن هوا
FRET	Fluorescence Resonance Energy Transfer	انتقال انرژی رزونانس فلورسانس
GHGS	Greenhouse Gases	گازهای گلخانه‌ای
IPCC	Intergovermental Panel on Climate Change	مجمع بین المللی تغییر اقلیم
NADP	Nicotinamid Adenine Dinucleotide Phosphate	نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات
PEP	Phosphoenolpyruvate	فسفوانول پیروات
PEP-Carbuksilas	Phosphoenolpyruvate	فسفوانول پیروات کربوکسیلاز
PAR	Photosynthetically Active Radiation	تشعشع فعال فتوسنتزی

فصل اول

۱- مقدمه

در اولین گزارش ارزیابی مجمع بین المللی تغییر اقلیم[1] که توسط سازمان هواشناسی جهانی و برنامه محیطی سازمان ملل متحد در سال ۱۹۹۵برگزار گردید، با در کنار هم قرار دادن شواهد موجود، نتیجه گیری شد که تأثیر انسان بر اقلیم جهانی چشم گیر است. هرگونه دخالت در شرایط اقلیمی بر سیستم‌های تولید کشاورزی جهان نیز تأثیر خواهد گذاشت. با رشد جمعیت و افزایش فعالیت‌های صنعتی در دو قرن اخیر هر روز مقادیر قابل توجهی گاز دی‌اکسیدکربن، متان، کلروفلوروکربن، اکسیدهای نیترو و ازن تروپوسفری به گازهای موجود در جو اضافه می‌شوند. تغییر غلظت هر یک از گازهای گلخانه‌ای[2] در غلظت گازهای دیگر مؤثر است. به عنوان مثال تغییر در غلظت دی‌اکسیدکربن منجر به تغییر غلظت دیگر گازها از جمله بخار آب، خواهد شد. تغییر کلی گازهای گلخانه‌ای در جو موجب افزایش یا کاهش تشعشعات ورودی به کره زمین خواهد شد (نوریان، ۱۳۸۴). یکی از مهم ترین گازهای گلخانه‌ای که توسط انسان به جو رها می‌شود گاز دی‌اکسیدکربن است (نوریان، ۱۳۸۴). تغییرات آب و هوایی نشان می‌دهد میزان دی‌اکسیدکربن محیط تا سال ۲۱۰۰ به ۷۵۰ پی‌پی‌ام خواهد رسید (مجمع بین المللی تغییر اقلیم، ۲۰۰۱).

کشاورزی هم منبع و هم مخزن گازهای گلخانه‌ای است. افزایش تولید غذا و الیاف عامل مهمی در انتشار گازهای گلخانه‌ای است (کوچکی، ۱۳۸۵). بیش از ۹۷ درصد غذای مردم دنیا در اکوسیستم‌های خشکی تولید می‌شود و کشاورزی در اکوسیستم‌های خشکی ناگزیر به عملیات کشت و کار، مصرف کود و چرای دام‌ها است که این فعالیت‌ها موجب افزایش گازهای گلخانه‌ای می‌شود (چن و همکاران، ۱۹۹۶). سایر فعالیت‌های کشاورزی مانند حذف جنگل‌ها و

---

[1] IPCC
[2] GHGS

ایجاد مزارع و چراگاه‌ها، تغییر خاک‌های بکر به زمین‌های کشاورزی، کشت وکار برنج غرقابی، سوزاندن بقایای گیاهی، پرورش گاو و استفاده از کودهای نیتروژن مانند کاربرد کود اوره (گو و ژو، ۲۰۰۶)، نیز در رها سازی گازهای گلخانه‌ای به جو دخالت دارند (کوچکی، ۱۳۸۵). آنچه مسلم است گیاه با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن واکنش‌های متفاوتی از خود نشان خواهد داد. این واکنش‌ها شامل تغییرات عملکرد، ویژگی‌های رشد، تغییر در نسبت بخش هوایی به ریشه می‌باشد و به عبارت دیگر اختصاص مواد خواهد بود (زواره، ۱۳۸۵). به طور کلی افزایش دی‌اکسیدکربن بر فرآیندهای فتوسنتزی و متابولیسمی گیاهان مؤثر است (قانوم و همکاران، ۲۰۰۰).

افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن، یکی از تغییرات تثبیت شده اقلیم در مقیاس جهانی در نیم قرن گذشته است. غلظت دی‌اکسیدکربن از شروع انقلاب صنعتی در حال افزایش است و انتظار می‌رود که تا اواسط قرن فعلی به دو برابر میزان آن در پیش از انقلاب صنعتی افزایش یابد. تحقیقات بسیار زیادی به منظور شناخت نحوه واکنش گیاهان در هر دو اکوسیستم‌های طبیعی و تحت مدیریت به افزایش دی‌اکسیدکربن صورت گرفته است. اثرات اولیه افزایش دی-اکسیدکربن بر گیاهان شامل کاهش هدایت روزنه‌ای و تعرق، افزایش راندمان مصرف آب، سرعت فتوسنتز بالاتر و راندمان مصرف نور بالاتر است. افزایش دی‌اکسیدکربن باعث افزایش سرعت کربوکسیلاسیون رابیسکو و در کنار آن کاهش اکسیژناسیون رابیسکو می‌شود. بطور متوسط براساس کلیه آزمایشات مزرعه‌ای (FACE) و گونه‌های گیاهی بکار برده شده، نتیجه افزایش دی‌اکسیدکربن، افزایش میزان اشباع نوری فتوسنتز برگ تا ۳۱٪ و افزایش روزانه اسمیلاسیون کربن تا ۲۸٪ بوده است. هدایت روزنه‌ای نیز تا ۲۰٪ کاهش نشان داده است. افزایش دی‌اکسیدکربن همچنین تا ۵۰٪ راندمان تعرق را افزایش داده است. در شرایط افزایش دی‌اکسیدکربن، تجمع کربوهیدرات‌های غیرساختمانی برگ و کاهش غلظت ازت در برگ و گیاه نیز گزارش شده است. به طور کلی در شرایط افزایش دی-اکسیدکربن، تولید بیوماس افزایش می‌یابد. از جمله نتایج افزایش دی‌اکسیدکربن، می‌توان به ارتفاع بیشتر گیاهان و قطور شدن ساقه ها، افزایش شاخه‌دهی و تعداد برگ اشاره کرد. همچنین عملکرد اقتصادی گیاهان زراعی نیز بطور متوسط ۱۷٪ افزایش نشان داده است، که از میزان افزایش مشاهده شده تحت شرایط اتاقک‌های رشد بسیار کمتر است. شاخص سطح برگ تغییر چندانی در واکنش به دی‌اکسیدکربن نشان نداده است (بنایان اول، ۱۳۸۸).

سال‌های زیادی است که به منافع غنی‌سازی دی‌اکسیدکربن در گلخانه‌ها، برای افزایش رشد و تولید گیاهان پی‌برده شده است. دی‌اکسیدکربن یکی از ضروری ترین اجزاء فتوسنتز می‌باشد. فتوسنتز یک فرآیند شیمیایی است که انرژی نور خورشید را برای تبدیل دی‌اکسیدکربن و آب به مواد قندی در گیاهان سبز مورد استفاده قرار می‌دهد؛ سپس این مواد قندی در خلال تنفس گیاه برای رشد آن مورد استفاده قرار می‌گیرند. اختلاف بین نرخ فتوسنتز و تنفس، مبنایی برای میزان انباشتگی ماده خشک در گیاهان می‌باشد. در تولید گلخانه‌ای، هدف همهٔ پرورش دهندگان، افزایش ماده خشک و بهینه‌سازی اقتصادی محصولات می‌باشد. دی‌اکسیدکربن با توجه به بهبود رشد گیاهان، باروری محصولات را افزایش می‌دهد. بعضی از مواردی که باعث افزایش باروری محصولات توسط غنی‌سازی دی‌اکسیدکربن می‌شود عبارتند از : ۱- گلدهی قبل از موعد ۲- بازده میوه دهی بالاتر ۳- کاهش جوانه‌های ناقص در گلها ۴- بهبود استحکام ساقه گیاه و اندازه گل (مرادمند و همکاران، ۱۳۸۹). بنابراین پرورش دهندگان گل و گیاه باید دی‌اکسیدکربن را به عنوان یک مادهٔ مغذی در نظر بگیرند. برای اکثر محصولات گلخانه‌ای، میزان خالص فتوسنتز به واسطهٔ افزایش میزان دی-اکسیدکربن از ۳۴۰ تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام افزایش می‌یابد. آزمایش‌های صورت گرفته بر روی بیشتر گیاهان نشان داده است که با افزایش میزان دی‌اکسیدکربن تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، فتوسنتز به اندازهٔ ۵۰٪ افزایش خواهد یافت. البته برای بعضی از گیاهان اضافه کردن دی‌اکسیدکربن تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام در نورکم، از لحاظ اقتصادی، توصیه نمی‌شود. برای بعضی دیگر از گیاهان مانند گل لاله، هیچ پاسخی نسبت به اضافه کردن دی‌اکسیدکربن مشاهده نشده است. دی‌اکسیدکربن در خلال باز شدن روزنه‌ها، توسط فرآیند انتشار به گیاه وارد می‌شود. باز و بسته شدن این سلول‌های روزنه‌ای اجازه می‌دهد که معاوضهٔ گازها صورت گیرد. تغلیظ دی‌اکسیدکربن دراطراف برگ‌ها، جذب دی‌اکسیدکربن در گیاهان را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد. تغلیظ بیشتر دی‌اکسیدکربن، منجر به افزایش بیشتر دی‌اکسیدکربن در گیاهان می‌شود. سطح نور، دمای برگ‌ها و دمای هوای محیط، رطوبت نسبی، تنش آبی، غنی سازی دی‌اکسیدکربن و میزان اکسیژن موجود در هوا و برگ‌ها از جمله فاکتورهای محیطی هستند که باز و بسته شدن استومات‌ها را کنترل می‌نمایند (کافی، ۱۳۸۶).

غلظت دی‌اکسیدکربن موجود در هوای محیط در حدود ۳۴۰ پی‌پی‌ام (از لحاظ حجمی) می‌باشد. همهٔ گیاهان در این شرایط به خوبی رشد می‌کنند؛ اما بواسطهٔ بالا رفتن غلظت دی‌اکسیدکربن تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، نرخ فتوسنتز نیز افزایش خواهد یافت؛ که در نهایت منجر به افزایش مواد قندی و کربوهیدرات‌های قابل دسترس برای رشد گیاهان می-

شود. هر گونه گیاه سبز در حال رشد، در یک گلخانه کاملا بسته (که اصلاً تهویه نشده و یا اینکه تهویهٔ کمی دارد) غلظت دی‌اکسیدکربن را در طول روز به کمتر از ۲۰۰ پی‌پی‌ام کاهش می‌دهد. کاهش در نرخ فتوسنتز، هنگامی که غلظت دی‌اکسیدکربن از ۳۴۰ پی‌پی‌ام به ۲۰۰ پی‌پی‌ام می‌رسد، برابر است با افزایش آن هنگامی که غلظت دی-اکسیدکربن از ۳۴۰ پی‌پی‌ام به ۱۳۰۰ پی‌پی‌ام می‌رسد. افت سطح دی‌اکسیدکربن به پایین‌تر از سطح محیط تأثیرات بسیار بیشتری نسبت به افزایش آن به بالاتر از سطح محیط خواهد داشت. در گلخانه‌های جدید و به بخصوص در سازه-های دو جداره که نفوذ هوای بیرون کاهش یافته است، غلظت دی‌اکسیدکربن در زمان‌های بخصوصی از سال به راحتی می‌تواند به پایین‌تر از ۳۴۰ پی‌پی‌ام افت نماید. این موضوع تأثیرات منفی قابل توجهی برروی رشد گیاهان خواهد داشت. تهویهٔ مناسب در طول روز می‌تواند میزان دی‌اکسیدکربن را تا نزدیکی سطح محیطی آن بالا ببرد؛ اما میزان آن هرگز به سطح محیطی ۳۴۰ پی‌پی‌ام باز نخواهد گشت. تأمین دی‌اکسیدکربن تنها روش غلبه بر این اختلاف سطح و افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به بالاتر از ۳۴۰ پی‌پی‌ام است؛ که برای اکثر محصولات گلخانه‌ای پر منفعت می‌باشد. میزان غنی‌سازی دی‌اکسیدکربن به نوع محصول، شدت نور، دما، تهویه، مرحلهٔ رشد گیاه و ملاحظات اقتصادی بستگی دارد. نقطهٔ اشباع دی‌اکسیدکربن در غلظتی حدود ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ پی‌پی‌ام حاصل می‌شود. غلظت کمتری (۸۰۰ تا دی-اکسیدکربن ۱۰۰۰) برای محصولاتی مانند گوجه فرنگی، خیار، فلفل و کاهو توصیه می‌شود. افزایش غلظت دی-اکسیدکربن سبب کاهش دورهٔ رشد گیاه (۵ تا۱۰ درصد)، بهبود کیفیت و بازده محصول و همچنین افزایش اندازه و ضخامت برگ‌ها می‌باشد (نظامی، ۱۳۸۶).

گیاهانی که رشد آنها به علت عدم گسترش سیستم ریشه‌ای، نور یا سایر عوامل محیطی محدود شده باشد، واکنش پایداری به افزایش دی‌اکسیدکربن نشان نمی‌دهند. در شدت‌های نسبتا پایین نور، سرعت فتوسنتز گیاه با تشعشع رابطه خطی نشان می‌دهد، ولی بعد از آن سرعت پاسخ فتوسنتز به شدت نور کاهش یافته تا به یک مقدار ثابتی برسد. سرعت فتوسنتز گیاهان زراعی به افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن نیز واکنش مشابهی نشان داده ولی در غلظت های زیاد (حدود دی اکسیدکربن۷۵۰ پی پی ام یا بیشتر)، بسته به نوع گونه گیاهی و سایر عوامل، در حد ثابتی متوقف می‌شود. واکنش به افزایش دی‌اکسیدکربن با افزایش میزان تثبیت دی‌اکسیدکربن در فتوسنتز آغاز می‌شود. عمده مواد فتوسنتزی

در گیاهان غنی شده با دی‌اکسیدکربن به سیستم ریشه‌ای تخصیص می‌یابد. رشد بیوماس (هم رشد رویشی و هم زایشی) با افزایش دی‌اکسیدکربن زیاد می‌شود (نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۱).

تحقیقات بسیار زیادی به منظور شناخت نحوه واکنش گیاهان در هر دو اکوسیستم‌های طبیعی و تحت مدیریت به افزایش دی‌اکسیدکربن صورت گرفته است. اثرات اولیه افزایش دی‌اکسیدکربن بر گیاهان شامل کاهش هدایت روزنه‌ای و تعرق، افزایش راندمان مصرف آب، سرعت فتوسنتز بالاتر و راندمان مصرف نور بالاتر است (بنایان اول، ۱۳۸۸ و دراک و گنزالز، ۱۹۹۷). در گزارشی افزایش دی‌اکسیدکربن منجر به افزایش اثر نور بر روی عملکرد و توسعه گیاه داوودی گردید، به گونه‌ای که با افزایش دی‌اکسیدکربن و نور، طول شاخه، تعداد برگ، و رشد جوانه‌های جانبی افزایش یافت، ولی در غلظت‌های بالای دی‌اکسیدکربن (۱۶۰۰ – ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) تاثیری بر روی رشد و عملکرد نداشت (شاکری و همکاران، ۱۳۸۸ و برزگر و همکاران ۱۳۸۹). در آزمایشی دیگر نشان داده شد که همزمان با افزایش دی-اکسیدکربن لازم است که میزان شدت نور نیز زیاد شود، زیرا در شدت نور پایین، غلظت کم دی‌اکسیدکربن سبب افزایش فتوسنتز می‌گردد و به عبارت دیگر، نقطه اشباع دی‌اکسیدکربن در شدت نور پایین، کمتر است (برزگر و همکاران ۱۳۸۹).

بررسی اثر دی اکسید کربن و نور بر گیاه کروتون به عنوان گیاه برگ زینتی و گیاهی که ریشه‌زایی قلمه‌های آن مشکل است در شرایط اعمال تیمارهای دی اکسید کربن، نور و بررسی میزان رشد و صفات مورفوفیزیولوژیکی می‌باشد.

۱- ۱- اهداف پژوهش

با توجه به روند افزایش دی‌اکسیدکربن جو در طی سال‌های آینده، و هم چنین بررسی اثر متقابل افزایش دی‌اکسیدکربن در برابر افزایش نور، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی موارد ذیل انجام شد:

۱- بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه کروتون در نتیجه افزایش دی‌اکسیدکربن و نور

۲- افزایش راندمان فتوسنتزی گیاه در نتیجه افزایش دی‌اکسیدکربن و نور

۳- بررسی صفات روزنه‌ای و اپیدرمی گیاه کروتون تحت شرایط غنی سازی دی‌اکسیدکربن و افزایش نور

۴- افزایش رنگیزه‌های گیاهی در نتیجه افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و کاربرد نور تکمیلی

فصل دوم

بررسی منابع

۲- ۱- گیاهشناسی گیاه کروتون

گیاه کروتون (کرچک هندی) [۳] با نام علمی *Codiaeum variegatum* L. از خانواده Euphorbiaceae بومی نواحی گرم و مرطوب آمریکای جنوبی است. رنگ برگ‌های آن مخلوطی از سبز، سفید، زرد، قرمز، صورتی، سیاه و نارنجی می‌باشد. برگ‌ها ساده یا لبه‌دار است. نگهداری این گیاه در منزل مشکل است چون احتیاج به رطوبت زیاد اتمسفر داشته و در منازل به علت خشکی هوا برگ‌های گیاه شروع به ریزش می‌کند. آبپاشی بر روی برگ‌ها کاملا این مشکل را از بین نمی‌برد ولی تا اندازه‌ای در نگهداری آن موثر است. کروتون برای رشد و نمو خوب به محلی گرم و مرطوب نیاز دارد و در تابستان باید در محلی سایه نگهداری شود و یا حداقل از شدت نور آفتاب که به آن می‌تابد کاسته شود. در محل سرد و خشک برگ‌های پائین آن می‌ریزد و گیاه زیبایی خود را از دست می‌دهد. خاک آن باید همیشه با استفاده از آب ولرم مرطوب نگه داشته شود. افزایش کروتون از طریق قلمه ساقه است و از طریق قلمه انتهایی و خوابانیدن هوایی نیز امکان‌پذیر است. در فصل بهار به تکثیر کروتون اقدام و از ساقه‌های ضخیم آن قلمه‌هایی به طول هشت سانتیمتر جدا می‌کنند. چون معمولا از ساقه کروتون شیرابه سفید رنگی خارج می‌گردد، بهتر است قبل از کاشت قلمه قسمت بریده شده را در خاکستر قرار دهید تا شیرابه آن کاملا خارج گردد، سپس قلمه را در خاک سبک کاشته و بعد از ریشه‌دار شدن به گلدان دیگری منتقل گردید (قاسمی قهساره و کافی، ۱۳۸۶).

[3] Croton

۲- ۲- اثرات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی افزایش دی‌اکسیدکربن

۲- ۲- ۱- اثر افزایش دی‌اکسیدکربن بر خصوصیات برگ گیاه

تحقیقات انجام شده نشان داد با افزایش دی‌اکسیدکربن، برگ‌های بیشتر و بزرگتر در بنفشه آفریقایی و ایجاد ساقه ضخیم‌تر و طویل‌تر در شاخه‌های جانبی داودی مشاهده گردید(فونگ و همکاران ۲۰۰۹). نتایج محققان دیگر بر روی هندوانه نشان داد که غلظت ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام دی‌اکسیدکربن، باعث افزایش رشد برگ‌ها، محتویات سبزینه برگ‌ها شد و به دنبال آن عملکرد افزایش یافت. مطالعات نشان می‌دهد که غلظت‌های بالای دی‌اکسیدکربن باعث افزایش معنی‌داری در سطح برگ گردید (ر.ک. پیتر و هیکلنتون، ۱۹۸۸). اما بیشترین اثر، مربوط به غلظت ۱۰۵۰ پی‌پی‌ام بود که باعث افزایش ۳ برابری در سطح برگ گیاه زینتی جعفری گردید. برگ‌های بالغ، نور و دی‌اکسیدکربن را حس کرده که افزایش این فاکتورها به توسعه و افزایش برگ‌ها کمک می‌نماید. در این تحقیق و با افزایش دی‌اکسیدکربن، تعداد برگ‌های گل جعفری زینتی افزایش نشان داد که با نتایج محققان مطابقت دارد. یافت. با افزایش غلظت دی-اکسیدکربن که منجر به تقسیم سلول‌های اپیدرمی گردید، صفاتی نظیر ارتفاع ساقه، تعداد برگ‌ها و قطر ساقه نیز افزایش نشان داد که حاکی از تاثیر غلظت بالای دی‌اکسیدکربن بر افزایش آغازیدن روزنه‌ها در برگ‌های بالغ و تحریک تشکیل برگ‌های جدید می‌باشد از نتایج این تحقیق می‌توان چنین نتیجه گرفت که غلظت‌های بالا بخصوص غلظت ۷۵۰ پی‌پی‌ام دی‌اکسیدکربن بیشترین تاثیر را برصفات مورد مطالعه گذاشته است (شور و همکاران، ۱۳۸۹).

اغلب مطالعات در مورد اثرات افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی نشان می‌دهد که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن موجب تحریک رشد گیاه می‌شود. بوکر و همکاران (۲۰۰۵) و بورکارت و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن موجب می‌شود روزنه‌ها کمتر باز شوند که این مسئله خود باعث کاهش تنفس برگ‌ها و کاهش تعرق و همزمان افزایش آسیمیلاسیون کربن می‌گردد. پاسخ گیاهان به افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن معمولا بر خلاف پاسخ آنها به ازن (O_3) می‌باشد و شامل افزایش فتوسنتز، کاهش هدایت روزنه‌ای، نمو برگ‌ها بزرگ‌تر، ضخیم‌تر و سنگین‌تر، افزایش شاخه‌دهی، تغییر نسبت ریشه به ساقه، افزایش رشد و افزایش مواد متابولیکی ثانویه می‌باشد (هیگل و همکاران، ۱۹۹۸؛ کوسینس و همکاران، ۲۰۰۱).