نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، ص. ۱۲۴-۱۱۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 1, Spring 2014, P. 116-124
ISSN: 2008 - 4730

اثر سطوح مختلف شدت نور و دی‌اکسیدکربن بر ریشه‌زایی قلمه‌های گیاه کروتون (*Codiaeum variegatum*)

غلامرضا چنارانی[1*]- محمود شور[2]- علی تهرانی‌فر[3]- سید حسین نعمتی[4]- غلامحسین داوری‌نژاد[5]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱۱/۲۳
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۵/۷

چکیده

غنی سازی دی اکسید کربن در گلخانه ها می‌تواند به عنوان راهکاری برای کاهش زمان تولید، بهبود قدرت رشد و همچنین افزایش کیفیت گیاه باشد. تحقیق حاضر به منظور بررسی تاثیر افزایش دی اکسید کربن و نور بر ریشه‌زایی گیاه برگ زینتی کروتون (Crotone کرچک هندی) با نام علمی *Codiaeum variegatum* از خانواده Euphorbiaceae، در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. دی اکسید کربن 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. نتایج نشان داد که با افزایش نور و دی اکسید کربن صفات مورد بررسی افزایش معنی داری داشت. به طوری که بیشترین میزان صفات اندازه‌گیری شده در شدت نور ۱۲۰۰۰ لوکس و غلظت ۷۵۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد. بر هم‌کنش نور و دی اکسید کربن باعث شد. صفات طول برگ، تعداد برگ، کیفیت ریشه، حجم ریشه و طول ریشه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد و درصد ریشه در سطح احتمال ۵٪ معنی دار و سبزینگی برگ معنی دار نشد. نتایج نشان داد که با افزایش هر دو عامل نور و دی اکسید کربن میزان ریشه‌زایی و رشد گیاه افزایش پیدا کرد.

واژه های کلیدی: ریشه‌زایی، طول برگ، سبزینگی، کروتون، دی اکسید کربن

مقدمه

گیاه کروتون (Croton، کرچک هندی) با نام علمی *Codiaeum variegatum* از خانواده Euphorbiaceae، گیاهی سه کربنه بومی نواحی گرم و مرطوب آمریکای جنوبی است. رنگ برگ‌های آن مخلوطی از سبز، سفید، زرد، قرمز، صورتی، سیاه و نارنجی می‌باشد. افزایش کروتون در فصل بهار به وسیله قلمه ساقه و از طریق قلمه انتهایی و خوابانیدن هوایی نیز امکان‌پذیر است. معمولاً از ساقه کروتون شیرابه سفید رنگی خارج می‌گردد، بهتر است قبل از کاشت قلمه قسمت بریده شده را در خاکستر قرار داده تا شیرابه کاملا خارج گردد، سپس قلمه‌ها در خاک سبک کاشته شود و همین که ریشه‌دار شدند به گلدان دیگری منتقل شود (۱۱). این گیاه بدلیل ریشه‌زایی سخت آن که حدود دو تا سه ماه ریشه‌زایی این گیاه طول می‌کشد، انتخاب شده است.

شواهد حاکی از آن است که غلظت دی اکسید کربن جو از ۲۸۰ پی‌پی‌ام به حدود ۳۶۰ پی‌پی‌ام در پس از انقلاب صنعتی تا حال حاضر رسیده است (۱۲). افزایش دی اکسید کربن جو و دیگر مشخصه‌های تغییر اقلیم به میزان زیادی روی بهره‌دهی جهانی بخش کشاورزی اثر می‌گذارد به همین دلیل بخش بزرگی از تحقیقات در بخش کشاورزی به بررسی و پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم بر تولید محصولات کشاورزی اختصاص یافته است (۳ و ۴). از طرفی افزایش دی اکسید کربن منجر به افزایش اثر نور می‌گردد (۶). هم زمان با افزایش دی اکسیدکربن لازم است میزان شدت نور زیاد شود. زیرا در شدت نور پایین، نقطه اشباع دی اکسید کربن در شدت نور پایین کمتر است (۲). دو برابر شدن دی‌اکسیدکربن موجب تخصیص بیشتر مواد و کاهش نقطه جبران نور در گیاهان C_3 می شود، برگ‌های پایینی قادر خواهند بود در شدت تشعشع کمتر از ۵ درصد تشعشع کامل خورشیدی تولیدی اضافه بر نیاز خود داشته باشند (۹).

داخوا و همکاران (۱۸)، بیان کردند که با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن، نسبت اندام‌های زیر زمینی به اندام هوایی[6] در

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد، استادیار و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: gh.chenarani@gmail.com)

6- Root/ Shoot

Archive of SID
www.SID.ir

گیاهانی که عملکرد اقتصادی آن‌ها اندام زیرزمینی است افزایش می‌یابد. در حالی که در گونه‌هایی که عملکرد اقتصادی اندام هوایی است، این نسبت بدون تغییر باقی می‌ماند. هرچند افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن موجب افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به ریشه می‌شود. رید و مورگان (۲۸)، بیان کردند افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن رشد رویشی اندام هوایی را بیشتر از رشد ریشه (اندام زیرزمینی)، تحریک می‌کند که موجب کاهش نسبت ریشه/ساقه می‌شود. فیتر و همکاران (۱۹)، و برنت سان و همکاران (۱۵)، گزارش کردند که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن باعث افزایش رشد گیاه، خصوصا اندام زیرزمینی می‌گردد. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن باعث افزایش میزان تخصیص کربن به بخش زیر زمینی در مقایسه به شرایط دی‌اکسیدکربن طبیعی شد.

مطالعات بر روی ۱۲ گونه علف هرز نشان داد، در شرایط افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن جو، زیست توده اندام هوایی و زیر زمینی در مجموع برای گونه‌های سه کربنه ۹/۹۲درصد و برای گونه‌های چهار کربنه به طور میانگین ۱۲/۲۷درصد افزایش یافت (۱).

آندالو و همکارن (۱۳) گزارش نمودند، افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر طول ریشه آرابیدوپسیس (*Arabidopsis thaliana*) و سرعت افزایش طول ریشه تاثیر گذاشت و تراکم ریشه (هم زیست‌توده و هم طول ریشه) خصوصاً در قسمت سطحی خاک افزایش یافت. وقتی گیاهان در شرایط افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن قرار گرفتند، سریع تر رشد کردند، خصوصاً زمانی که محدودیت آب و عناصر غذایی وجود نداشت و در این صورت به طور نسبی کربن بیشتری به اندام‌های زیر زمینی هم اختصاص یافت. چن و همکاران (۱۶)، اظهار داشت که با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن، میزان کلروفیل در گیاه پپینو (*Solanum muricatum* Ait) کاهش یافت. همچنین با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن، میزان کلروفیل برگ پرچمی گندم (*Triticum aestivum* L.) کاهش یافت. مطالعات کلارک و همکاران (۱۷)، نشان داد که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن موجب افزایش فتوسنتز خالص در برگ‌ها در تمامی گونه‌ها بدون در نظر گرفتن مسیر فتوسنتزی شد. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن موجب افزایش فتوسنتز در گونه‌های سه‌کربنه و چهارکربنه به ترتیب به میزان ۳۷ و ۲۲درصد شد (۲۰).

برخی گیاهان مانند کاج که در شرایط نوری روز کوتاه قرار داشته‌اند بهترین ریشه‌زایی را دارا بوده‌اند. در این حالت پیشنهاد شده که نور اثر ریخت‌زایی دارد. شرایط روز بلند برای برخی از ارقام روز کوتاه داوودی، موجب تسهیل رشد رویشی و افزایش ریشه‌دهی شده است. کم کردن نور با استفاده از سایه‌دهی با پارچه یا سایبان یک کار معمول برای زیاد کردن ریشه‌زایی است. اگر هر روز قلمه‌ها با نور مواجه شوند، بیرون آمدن سرآغازه‌های ریشه با اشکال مواجه می‌شود (۵). مشاهده شده که با بالا رفتن غلظت دی اکسید کربن اتمسفر، رشد ریشه‌ها تقریبا بدون استثنا افزایش می‌یابد. در حقیقت ریشه‌ها بیشتر از برگ‌ها، ساقه‌ها و ساختارهای زایشی تحریک می‌شوند. ریشه محصولات (زراعی)، در معرض دی اکسید کربن تعداد، طول، ضخامت و رشدشان سریعتر و بیشتر بود (۲۱).

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 غنی-سازی دی‌اکسیدکربن می‌شود عبارتند از : ۱- گلدهی قبل از موعد ۲-بازده میوه دهی بالاتر ۳- کاهش جوانه های ناقص در گل‌ها ۴- بهبود استحکام ساقه گیاه و اندازه گل.

سیچر و بونس (۳۱)، گزارش کردند محتوای کلروفیل برگ‌های گندم زمستانه با افزایش دی‌اکسیدکربن کاهش یافته است. نتایج آزمایشات دیگر نشان داد، که با افزایش غلظت دی اکسید کربن در گل جعفری صرف نظر از نوع گونه، تعداد برگ افزایش معنی‌داری داشت به گونه‌ای که کمترین تعداد برگ (۶ برگ) به غلظت ۳۵۰ و بیشترین آن (۱۰عدد) در غلظت ۱۴۰۰ پی پی‌ام دیده شد (۸). قلمه‌های برخی از گیاهان علفی مانند داوودی، شمعدانی و بنت قونسل در آزمون‌هایی که تابش به ۱۱۶ وات در متر مربع در ماه های زمستان افزایش یافت ریشه‌زایی بهتری داشتند. تابش خیلی زیاد (۱۷۴ وات در متر مربع) به برگ‌های روی قلمه‌ها آسیب رساند، ریشه‌زایی را به تعویق انداخت و رشد ریشه را کم کرد (۵). افزایش دی اکسید کربن منجر به افزایش اثر نور بر روی عملکرد و توسعه گیاه داوودی گردید، به گونه ای که با افزایش دی اکسید کربن و نور، طول شاخه، تعداد برگ، رشد جوانه های جانبی افزایش یافت، ولی در غلظت‌های بالای دی اکسید کربن (پی‌پی‌ام ۱۶۰۰ - ۱۰۰۰) تاثیری بر روی رشد و عملکرد نداشت (۶). افزایش نور و دی‌اکسیدکربن باعث افزایش فتوسنتز، افزایش سرعت ریشه‌دهی و افزایش میزان ریشه شد (۳۰). ریشه گیاه کروتون در شرایط اعمال نور و دی اکسید کربن یا سرعت بیشتری و در مدت ۲۷ روز ریشه داد و حجم ریشه گیاهان تحت تیمار با دی اکسید کربن و نور خیلی بیشتر از تیمارهای شاهد بود. با توجه به تاثیر دی اکسید کربن و نور بر ریشه زایی، آزمایش فوق با هدف بررسی اثر متقابل دی اکسید کربن و نور بر ریشه زایی قلمه‌های گیاه کرتون طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر نور و دی‌اکسیدکربن بر ریشه‌زایی قلمه های گیاه کروتون در شرایط گلخانه، آزمایشی در سال ۱۳۹۰در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد گیاهی

برای این منظور گلدان‌هایی از گیاه کامل کروتون تهیه و از این گیاهان قلمه گرفته شد. قلمه‌ها برگ‌دار و طول آن‌ها بین ۸-۱۰ سانتیمتر با قطری تقریبا یکسان (از میانه ساقه اصلی گیاه) در نظر گرفته شد. در قسمت پایین قلمه‌ها زخم زنی شد. سپس قلمه‌های گرفته شده به مدت ۲/۵ ساعت داخل خاکستر قرار گرفت تا شیرابه سفید موجود در ته قلمه‌ها خارج شود. قلمه‌ها در گلدان‌هایی حاوی شن شسته شده قرار گرفت. سپس گلدان‌ها داخل اتاقک‌ها قرار داده شد و تزریق دی اکسید کربن و نور اعمال شد.

تیمارها

تیمارها شامل سه شدت نوری ۱۰۰۰۰ (شاهد)، ۱۲۰۰۰ و ۱۴۰۰۰ لوکس و ۳ سطح دی‌اکسیدکربن شامل ۳۸۰ (شاهد)، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام با سه تکرار بود آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح کاملا تصادفی اجرا شد. شدت نور با دستگاه Light meter اندازه‌گیری شد، نور با لامپ‌های کم مصرف (فلورسنت زرد رنگ) مکمل نور خورشید شد و باعث افزایش شدت نور در اتاقک‌ها شد طول دوره نوری با دستگاه تایمر نورسنج از طلوع آفتاب تا غروب خورشید انجام شد و تیمارهای مختلف دی‌اکسیدکربن در زیر پلاستیک به صورت جداگانه طراحی و غلظت دی‌اکسیدکربن توسط سیستم زمان‌سنج با دستگاه دی‌اکسیدکربن سنج پرتابل با توجه به حجم داخل اتاقک‌ها کنترل شد. این سیستم به طور اتوماتیک عمل کرده و با استفاده از یک سلول نوری در شب خاموش و با افزایش شدت نور در روز روشن می‌شود. به‌منظور کنترل دقیق دی‌اکسیدکربن، کالیبراسیون سیستم مذکور توسط دستگاه پرتابل اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن (مدل AZ77535) انجام پذیرفت. گیاهان به مدت دو ماه تحت تیمارها قرار گرفتند و تا زمان ریشه‌دهی کامل قلمه در تیمارهای شاهد ادامه یافت.

صفات مورد بررسی

بعد از شستشوی ریشه‌ها، طول ریشه‌ها توسط کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد. ریشه‌ها بطور کامل شسته شد و سپس بر اساس تغییر حجم آب در استوانه مدرج حجم ریشه‌ها اندازه‌گیری شد. جهت اندازه-گیری سبزینه از دستگاه SPAD مدل ۵۰۲ استفاده شد. در تمام نمونه‌ها از برگ چهارم اندازه‌گیری صورت گرفت. کیفیت ریشه نیز بر اساس حجم، طول و سلامت ریشه نمره‌دهی شد. به طوریکه عدد ۱ خیلی ضعیف، ۳ضعیف، ۵ متوسط، ۷ خوب و ۹ عالی نمره‌دهی شد. اندازه‌گیری طول برگ توسط کولیس دیجیتالی انجام شد و تعداد برگ هم شمارش شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه وتحلیل آماری داده‌ها توسط نرم افزار JMP 8 و کلیه مقایسات میانگین توسط آزمون توکی انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

طول برگ و تعداد برگ

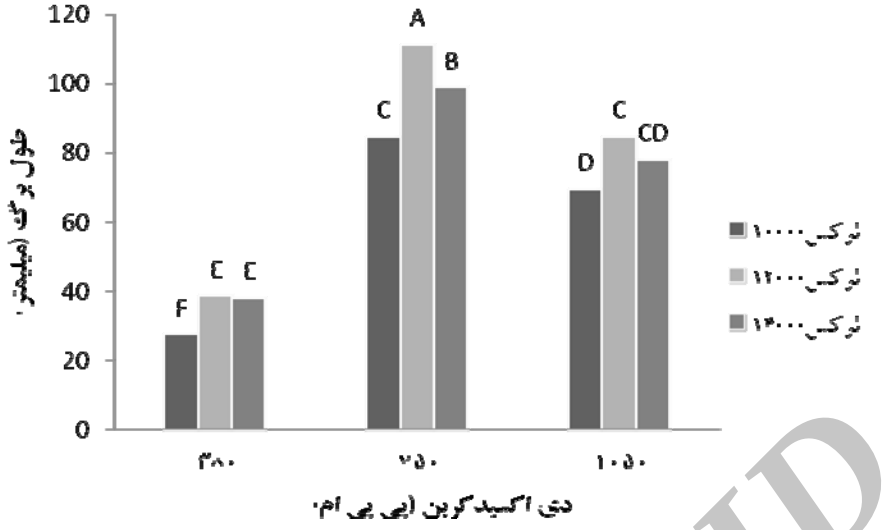
اثر غلظت دی‌اکسیدکربن و شدت نور بر طول برگ و تعداد برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). به طوریکه طول برگ و تعداد برگ با افزایش دی‌اکسیدکربن و نور افزایش یافت. بیشترین طول برگ ۱۰۳/۲۱ میلی متر در غلظت ۷۰۰ پی‌پی‌ام دی‌اکسیدکربن و شدت نور ۱۲۰۰۰ لوکس و کمترین مقدار طول برگ ۲۴/۳۵ میلی‌متر در غلظت ۳۸۰ پی‌پی‌ام دی اکسید کربن و شدت نور ۱۰۰۰۰ لوکس مشاهده شد (شکل ۱). بیشترین مقدار برگ، ۱۳ برگ در غلظت ۷۰۰ پی‌پی‌ام و شدت نور ۱۲۰۰۰ لوکس بود و کمترین تعداد برگ با ۳ برگ در تیمارهای دی‌اکسیدکربن و نور شاهد مشاهده گردید (شکل ۲). این تعداد برگ، برگ‌های تازه رشد یافته بودند و برگ‌های قدیمی محسوب نشده است. افزایش دی‌اکسیدکربن منجر به افزایش اثر نور بر روی عملکرد و توسعه گل داوودی گردید، به گونه‌ای که با افزایش دی‌اکسیدکربن و نور، طول برگ، تعداد برگ و رشد جوانه های جانبی افزایش یافت، ولی در غلظت‌های بالای دی‌اکسیدکربن (پی‌پی‌ام ۱۶۰۰ - ۱۰۰۰) تاثیری بر روی رشد و عملکرد نداشت (۲۷). نتایج بدست آمده نشان داد که با افزایش نور و دی اکسید کربن، گیاه برای استفاده از شرایط یوجود آمده تعداد برگ و طول برگ خود را زیاد کردند.

کیفیت ریشه، حجم ریشه و طول ریشه

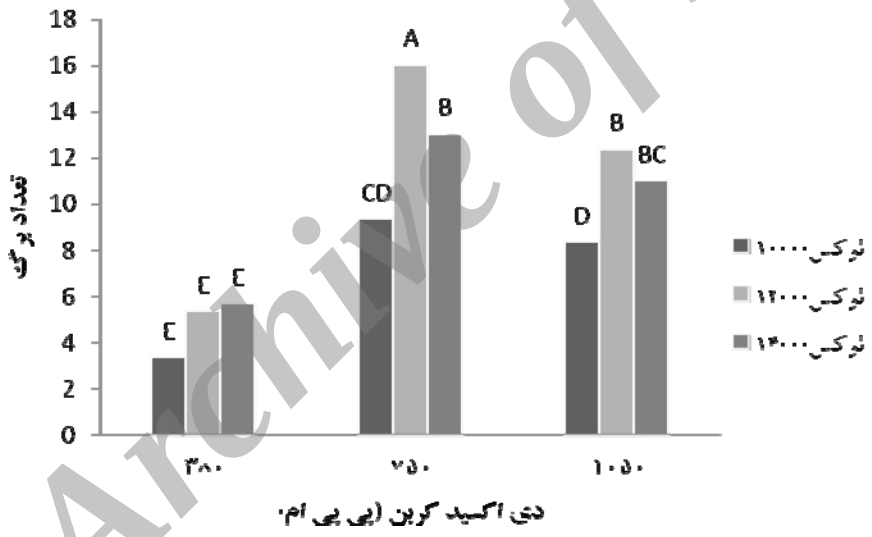
اثر دی‌اکسیدکربن و شدت نور بر کیفیت ریشه، حجم ریشه و طول ریشه معنی‌دار بود (جدول ۱). به طوریکه با افزایش دی-اکسیدکربن و نور حجم ریشه و طول ریشه افزایش وکیفیت ریشه‌ها بهبود یافت. بهترین کیفیت ریشه مربوط به غلظت‌های ۷۰۰ و ۱۰۵۰ پی‌پی‌ام دی‌اکسیدکربن بود. بیشترین حجم ریشه با مقدار ۴/۰۳ میلی‌متر مربوط به غلظت‌های ۷۰۰ و۱۰۵۰ پی‌پی‌ام دی‌اکسیدکربن و شدت نور ۱۲۰۰۰ لوکس بود وکمترین حجم ریشه با مقدار ۰/۴ مربوط به دی‌اکسیدکربن شاهد و شدت نور شاهد بود. بزرگترین طول ریشه با ۲۷/۸۳ سانتی متر مربوط به غلظت ۷۰۰ پی‌پی‌ام دی-اکسیدکربن و شدت نور ۱۲۰۰۰ لوکس و کوچکترین طول ریشه با ۱/۴ سانتی متر مربوط به دی‌اکسیدکربن شاهد و شدت نور شاهد بود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- اثر متقابل نور و دی اکسیدکربن بر طول برگ



شکل ۲- اثر متقابل نور و دی اکسیدکربن بر تعداد برگ

در گزارشی دیگر بیان شد، وقتی که شدت نور افزایش یافت، میزان ریشه‌دهی افزایش پیدا کرد، اما تعداد ریشه‌های جانبی و شاخه‌های جانبی در پتونیا کاهش یافت (۲۳). مشاهده شده که با بالا رفتن غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفر، رشد ریشه‌ها تقریبا بدون استثناء افزایش می‌یابد. در حقیقت ریشه‌ها بیشتر از برگ‌ها، ساقه‌ها و ساختارهای زایشی تحریک می‌شوند. ریشه محصولات قرار گرفته شده در معرض دی‌اکسیدکربن تعداد، طول، ضخامت و رشدشان سریعتر و بیشتر است (۲۱). از طرفی افزایش دی‌اکسیدکربن منجر به افزایش اثر نور می‌گردد (۶). همزمان با افزایش دی‌اکسیدکربن لازم است میزان شدت نور زیاد شود، زیرا در شدت نور پایین، غلظت کم دی‌اکسیدکربن سبب افزایش فتوسنتز می‌شود و به عبارت دیگر، نقطه اشباع دی‌اکسیدکربن در شدت نور پایین کمتر است (۲). آندالو و همکارن (۱۳)، گزارش نمودند، افزایش غلظت دی اکسید کربن روی طول ریشه و سرعت افزایش طول ریشه تاثیر گذاشت و تراکم ریشه (هم زیست توده و هم طول ریشه) خصوصا در قسمت سطحی خاک افزایش یافت. وقتی گیاهان در شرایط افزایش غلظت دی‌اکسید کربن

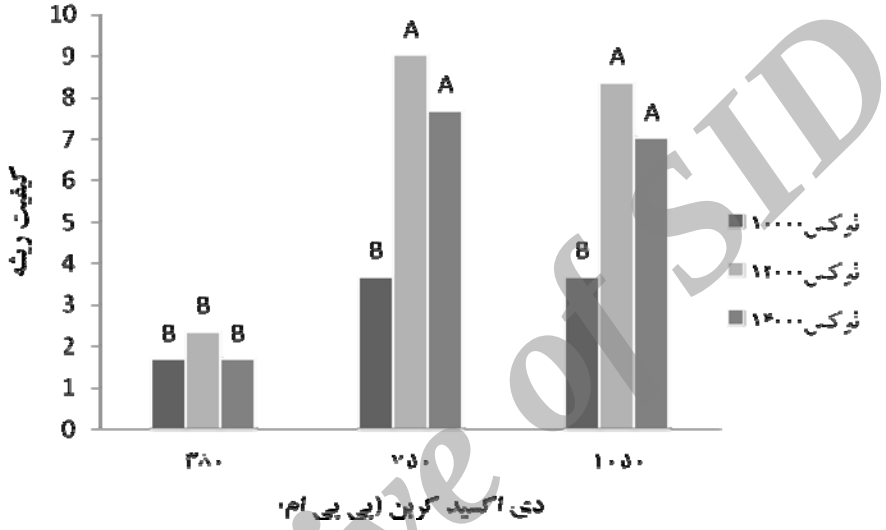
Archive of SID

www.SID.ir

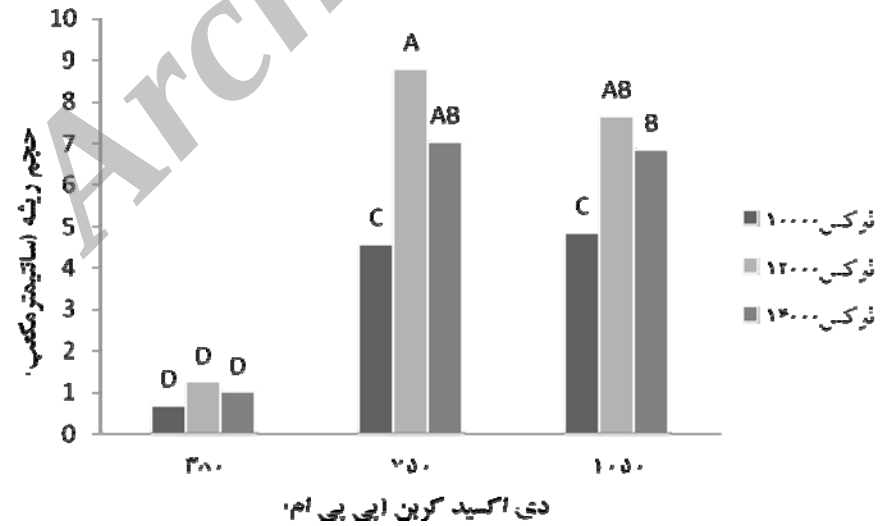
قرار گرفتند، سریع تر رشد کردند، خصوصا زمانی که محدودیت آب و عناصر غذایی وجود نداشت و در این صورت به طور نسبی کربن بیشتری به اندام‌های زیر زمینی هم اختصاص یافت (۱۹). به همین ترتیب برنت سان و همکاران (۱۵)، گزارش کردند که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن باعث افزایش رشد گیاه، خصوصا اندام زیرزمینی شد. افزایش غلظت دی اکسیدکربن موجب افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به ریشه می‌شود.

شاخص سبزینگی برگ‌ها

اثر دی‌اکسیدکربن بر سبزینگی برگ‌ها در سطح احتمال خطای ۱ درصد و اثر نور در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل شدت نور و دی‌اکسیدکربن بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). بیشترین سبزینگی برگ‌ها ۳۴/۵۴ مربوط به دی‌اکسیدکربن شاهد بود و کمترین عدد خوانده شده ۲۶/۳۱، مربوط به غلظت ۷۰۰ پی پی ام دی‌اکسیدکربن بود (شکل ۶). سیچر و بونس (۳۱)، در مطالعاتی که روی اثر دی‌اکسیدکربن داشتند، کاهش محتوای کلروفیل را در برگ‌های گندم زمستانه رشد کرده در دی‌اکسیدکربن بالا را گزارش کردند. در مطالعاتی که توسط امن و همکاران (۲۶)، روی اثر دی اکسیدکربن در گیاه گندم صورت گرفت، دیده شد که با افزایش دی اکسید کربن میزان کلروفیل برگ پرچمی گندم کاهش می‌یابد.



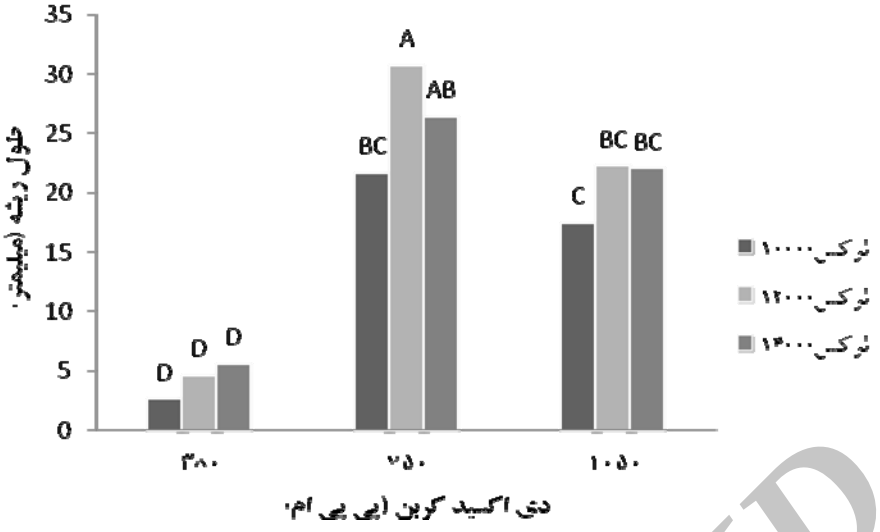
شکل ۳- اثر متقابل نور و دی اکسیدکربن بر کیفیت ریشه



شکل ٤- اثر متقابل نور و دی اکسیدکربن بر حجم ریشه

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- اثر متقابل نور و دی اکسیدکربن بر طول ریشه

چن و همکاران (۱۶)، اظهار داشت که با افزایش غلظت دی اکسید کربن، میزان کلروفیل در گیاه پپینو (*Solanum muricatum* Ait) کاهش یافت. همچنین با افزایش غلظت دی اکسید کربن، میزان کلروفیل برگ پرچمی گندم (*Triticum aestivum* L.) کاهش یافت.

درصد ریشه زایی

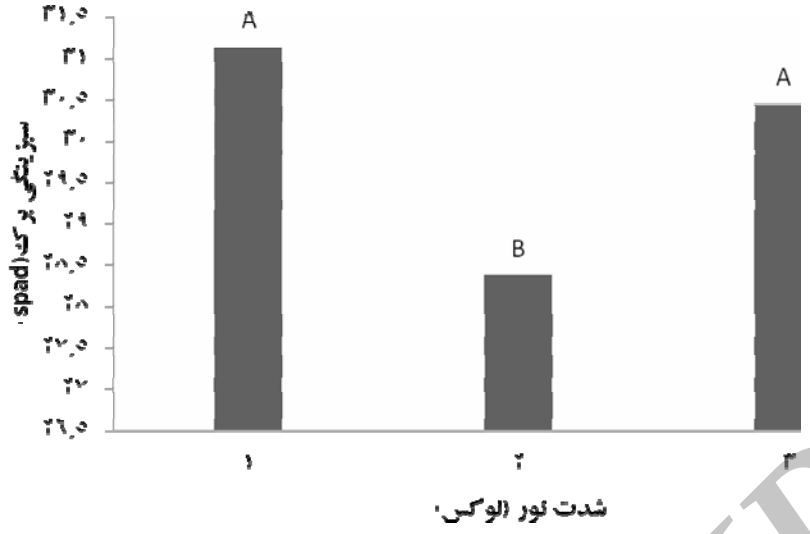
درصد ریشه‌زایی در سطوح دی‌اکسیدکربن و نور در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. بهترین نتیجه در دی‌اکسیدکربن ۷۰۰ پی‌پی‌ام و شدت نور ۱۲۰۰۰ لوکس حاصل شد. بهترین درصد ریشه زایی در اتاقک دی اکسیدکربن ۷۰۰ پی‌پی‌ام و نور ۱۲۰۰۰ لوکس با ۹۶/۲۹ درصد حاصل شد و کمترین درصد ریشه زایی در اتاقک دی-اکسیدکربن شاهد و نور شاهد با ۵۷ درصد حاصل شد (شکل ۸).

بیلیین (۲۴)، گزارش داد قلمه‌های *Juniperus scopulorum* ‘Skyrocket’و ‘Smaragd’ *Thuja occidentalis* تحت نورهای آبی و قرمز ریشه‌دار نشدند و فقط در نور کامل، ریشه‌دار شدند. درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها در هیچکدام از تیمارهای نور معنی‌دار نشد. افزایش ارتفاع قلمه‌ها در نور کامل به طور معنی‌داری بیشتر از نور قرمز و آبی شد. همچنین نسبت طول و عرض گیاه در نور سفید افزایش یافت. نسبت وزن تر ریشه به وزن تر شاخه‌ها در Thuja در نور قرمز معنی-دار شد.

شکل ٦- اثر دی اکسیدکربن بر سبزینگی برگ کروتون اندازه گیری شده توسط کلروفیل متر (spad)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷- اثر ساده نور بر سبزینگی برگ کروتون اندازه گیری شده توسط کلروفیل متر (spad)

شکل ۸- اثر متقابل نور و دی اکسیدکربن بر درصد ریشه‌زایی

نتایج حاصل از این آزمایش در مورد کروتون بدین شرح است چون که گیاه کروتون بوسیله قلمه ساقه افزایش پیدا کرده و ریشه-زایی سخت و رشد گیاه در شرایط عادی کند است. بنابراین دو تیمار نور و دی اکسید کربن تفاوت معنی داری در صفات مختلف این گیاه ایجاد کرد. از منظر فیزیولوژی گیاهی برای رشد گیاهان نور و دی‌اکسید کربن از موارد ضروری برای غذاسازی گیاه محسوب می-شود. در نهایت با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد، تیمارهای دی اکسید کربن و نور باعث افزایش رشد گیاه شد و صفات مورفولوژکی و فیزیولوژیکی گیاه را ارتقا می‌هد. این شرایط سرعت ریشه‌زایی و میزان ریشه‌ها را در گیاه افزایش داده و این علاوه بر اثرات فیزیولوژیکی با افزایش سرعت تکثیر و از جنبه اقتصادی حایز اهمیت است.

منابع

۱- انورخواه س. ۱۳۸۶. بررسی اثر افزایش غلظت CO_2 بر رقابت چندگونه زراعی و علف هرز C4 و C3. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده

Archive of SID

www.SID.ir

کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲- برزگر ر. و یادگاری م. ۱۳۸۹. مدیریت تولید در گلخانه. موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی جهاد کشاورزی، تهران. ۲۴۶ صفحه.
۳- بنایان اول م. ۱۳۸۸. ارزیابی کارایی مدل های رشد، نمو گیاهان زراعی در شرایط افزایش CO_2 . نشریه آب و خاک. جلد۲۳، شماره۴، ۱۱۵ تا ۱۲۶.
۴- حاجی بلند ر.، پاسبانی ب. و امیرآزاد ح. ۱۳۸۸. تأثیر کمبود روی بر رشد، رنگیزه ها و فتوسنتز گیاه کلم قرمز (*Brassica oleracea* L. var. capitata f. rubra) تحت شدتهای مختلف نور. مجله زیست شناسی گیاهی ایران، سال اول، شماره اول و دوم، ۲۵ تا ۳۶.
۵- خوشخوی م. ۱۳۸۶. گیاه افزایی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز. جلد دوم. ۹۰۴ صفحه.
۶- شاکری م. و فرزانه الف. ۱۳۸۸. بررسی اثرات کمیت و کیفیت نور (مدیریت نور) بر میزان رشد و عملکرد محصولات گلخانه ای. اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه ای. دانشگاه صنعتی اصفهان.
۷- شور م.، زرگریان م. و بستانی س. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر افزایش دی اکسید کربن بر صفات آناتومیکی و مورفولوژیکی گل جعفری (*Tagets tenuifolia*) در شرایط گلخانه. نشریه علوم باغبانی. جلد۲۴، شماره۲، ۱۲۸ تا ۱۳۵.
۸- شور م.، گلدانی م. و مندنی ف. ۱۳۸۸. اثر افزایش co_2 بر صفات مورفوفیزیولوژیکی گل جعفری (*Tagets spp*)، ابری (*Ageratum spp*) و رعنا زیبا (*Gaillardia spp*) در شرایط گلخانه. نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد۱، شماره۲، ۱۰۱ تا ۱۰۸.
۹- صالحی م. ۱۳۸۱. اثر افزایش دی‌اکسیدکربن و تنش های شوری، خشکی و نیتروژن بر برخی پارامترهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک گندم بهاره. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۰- فرزانه ا.، نعمتی ح. و وحدتی ن. ۱۳۹۰.تاثیر برخی از پارامترهای هواشناختی (دما و نور) بر شاخص های عملکرد و صفات کمی وکیفی چهار رقم گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.). نشریه آب وخاک (علوم وصنایع کشاورزی). جلد ۲۵، شماره ۳، ص. ۶۹۷-۶۸۸.
۱۱- قاسمی قهساره م. و کافی م. ۱۳۸۶. گلکاری علمی و عملی. انتشارات گلبن. ۳۳۵ صفحه.
۱۲- نصیری محلاتی م.، کوچکی ع. و رضوانی مقدم پ. ۱۳۸۱. اثر تغییر اقلیم جهانی بر تولیدات کشاورزی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد. ۳۸۸ صفحه.
13- Andalo C.H., Raqiun C.H., Machon N., Godelle B., and Mousseaum M. 1998. Direct and maternal effects of elevated CO_2 on early rat growth of germination Arabidopsis thaliana seedling. Annals of Botany, 81: 405-411.
14- Ashraf M.Y., Azmi A.R., Khan A.H. and Ala S.A. 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat. Acta Physiolo. Planta 16(3): 185-191.
15- Berntsen G.M., and Bazzaz F.A. 1996. Belowground positive and negative feedbacks on CO_2 growth and yield response of sweet potato to atmospheric CO_2 enrichment. Crop Science, 25: 975-981.
16- Chen K., Hu G., Keugen N., Janssens M.J., and Lenz F. 1999. Effect of NaCl salinity and CO_2 enrichment on pepino (*Solanum maricatum* Ait.). Leaf photosynthetic and properties and gas exchange. Scientia Horticulture, 81: 43-56.
17- Clark H., Newton P.C.D. and Barker D.J. 1999. Phisiological and morphological responses to elevated CO_2 and a soil moistyre deficit of tempriture pasture species growing in an established plant Community. Journal of Experimental Botany, 50: 233-242.
18- Dhakhwa G.B., Lee Campbell C., Leduc S.K., and Cooter E.G. 1997. Maize growth assessing the effects of global warming and CO_2 fertilization with crop models. Agriculture and Forest meteorology, 87: 253-272.
19- Fitter A.H., Self G.K., Wolfenden J., Van Vuuren M.M.I., Brown T.K., Williamson L., Graves J.D., and Robinson D. 1996. Root production and mortability under elevated atmospheric carbon dioxide. Plant and Soil. 187: 299-306.
20- Frischi F.B., Boote K.J., Sollenberger L.E., Allen Jr.L.H., and Sinclair T.R. 1999. Carbon dioxide and temperature effects on frage establishment, photosynthesis and biomass production. Global Change Biology, 5: 441-453.
21- Eley J.H. 1971. Effect of carbon dioxide concentration on pigmentation in the blue-green alga *Anacystis nidulans*. Plant & Cell Physiol. 12: 311-316.
22- Jones P., Allen L.H. Jr., Jones J.W., Boote K.J. and Campbell W.J. 1984. Soybean canopy growth, photosynthesis, and transpiration responses to whole-season carbon dioxide enrichment. *Agron. J.* 76: 633-637.
23- Kaczperski M.P., Carlson W.H., and Karlsson M.G. 1991. Growth and development of Petunia_hybrida as a function of temperature and irradiance. J. Am. Soc. Hort. Sci. 116 (2), 232±237.
24- Bielenin M. 2000. Effect of Red or Blue Supplementary Light on Rooting of Cuttings and Growth of Young Plants of *Juniperus Scopulorum* 'Skyrocket' and *Thuja Occidentalis* 'Smaragd'. Gartenbauwissenschaft, 65 (5). S. 195–198.
25- Naalamle amishah J., and Nina Bassuk. 2007. Effect of Light and Cutting Age on Rooting in Quercus bicolor, Quercus robur, and Quercus macrocarpa cuttings. Combined proceedings international plant propagators' society,

Archive of SID

www.SID.ir

Volume 57, 286-292.
26- Ommen O.E., Donnelly A. Vanhoutvin S., Vanoijen M. and Monderscheid R. 1999. Chlorophyll content of spring wheat flag leaves grown under elevated CO_2 concentration and other enviromental stress with in 'ESPACE-wheat' project. Eur. J. Agron., 10: 197-203.
27- Peter R. Hicklenton. 1988. CO_2 Enrichment In The Greenhouse. Timber press. Growers Handbook Series. Volume2. 58.
28- Read J.J., and Morgan J.A. 1996. Growth and partitioning in Pascopyrum smithii (C_3) and Bouteloua gracilis (C_4) influenced by carbon dioxide and tempreture. Annuals of Botany, 77: 487-496.
29- Rosenzweig C., and Parry M.L. 1994. Potential impact of climate change on world food supply. Nature, 367:133–138.
30- Seth G. Pritchard, Stephaen A. Prior, Hugo H. Rogers, Micheal A. Davis, G. Brett Runion, Thomas W. Popham. 2006. Effects of elevated atmospheric CO_2 on root dynamics and productivity of sorghum grown under conventional and conservation agricultural management practices. Agriculture, Ecosystems and Environment. 113: 175-183.
31- Sicher R.C. and Bunce J.A. 1997. Relationship of photosynthetic acclimation to changes of Robisco activity in field-grown winter wheat and barley during growth in elevated carbon dioxide. Photosynthesis Res. 52: 27-38.

Archive of SID

www.SID.ir