مجله به زراعی کشاورزی، دوره ۱۲، شماره ۲، بهار ۱۳۸۹، ص ۳۵-۲۵

بررسی اثر غنی سازی دی‌اکسیدکربن بر آناتومی برگ گیاهان جعفری، ابری و رعنا زیبا

محمود شور[1*]، یحیی سلاح‌ورزی[2] و سحر بستانی[3]

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۱۱ و تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/٤

E-mail: shoor@ferdowsi.um.ac.ir

چکیده

به منظور مطالعه اثر غلظت های بالای دی‌اکسیدکربن روی سه نوع گیاه زینتی با تیپ‌های مورفولوژیکی متفاوت از تیره کاسنی شامل جعفری (برگ‌های مرکب)، ابری (برگ‌های متقابل) و رعنا زیبا (برگ‌های روزته)، آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه فردوسی مشهد در سال۱۳۸۷ انجام گرفت. در این آزمایش، شش صفت آناتومیکی (تراکم روزنه، تراکم سلول‌های اپیدرمی، طول روزنه, طول و عرض سلول‌های محافظ و شاخص روزنه) بر روی گیاهان موردنظر، ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که تقریباً تمام صفات مورد مطالعه تحت تأثیر دی‌اکسیدکربن (۳۵۰، ۷۰۰، ۱۰۵۰ و ۱٤۰۰ پی‌پی‌ام)، نوع گیاه و اثرات متقابل آنها قرار گرفت. غلظت ۷۰۰ میکرولیتر بر لیتر دی‌اکسیدکربن باعث افزایش تراکم روزنه، تراکم سلول‌های اپیدرمی، طول روزنه و طول سلول‌های محافظ در گیاهان مورد مطالعه گردید. این نتایج همچنین نشان داد که بیشترین میانگین تراکم روزنه، تراکم سلول‌های اپیدرمی و شاخص روزنه مربوط به گیاه جعفری با برگ‌های مرکب بود، اما بیشترین میانگین طول روزنه مربوط به گیاه ابری با برگ‌های متقابل و بیشترین میانگین طول و عرض سلول‌های محافظ در گیاه رعنا زیبا با برگ‌های روزته مشاهده گردید.

کلمات کلیدی: ابری، تراکم روزنه، جعفری، دی‌اکسیدکربن، رعنا زیبا، صفات آناتومیکی

۱- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، خراسان رضوی - ایران (**[*]مسئول مکاتبه**)

۲- مربی، مرکز تحقیقات انار دانشگاه فردوسی مشهد، خراسان رضوی – ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، خراسان رضوی - ایران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

جعفری (*Tagets* spp.)، ابری (*Ageratum* spp.) و رعنا زیبا (*Gaillardia* spp.) گیاهانی یک‌ساله، حساس به سرما و متعلق به تیره Asteracea می‌باشد. موارد استفاده از این گیاهان به عنوان گل بریدنی، گلدانی و حاشیه کاری می‌باشد (۱).

تغییر در غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفر به طور وسیعی در مطالعات متغیرهای محیطی مورد توجه واقع شده است (۲). افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن باعث افزایش فتوسنتز خالص در گیاهان گلدانی، گل‌های بریده و سبزی‌ها می‌شود (۱۳). این مطالعات نشان می‌دهند که تعداد روزنه‌ها در گونه‌های گیاهی درنتیجه افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد (۲۵). در عین حال مطالعات دیگر نشان می‌دهد که تراکم روزنه‌ها با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بیشتر می‌گردد (۵ و ٦). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تراکم روزنه در بین گونه‌ها، عادات و مناطق رشد گیاهان متغیر است. علاوه بر تفاوت در بین گونه‌ها، اوپرتی و همکاران (۲۳) تفاوت چهار رقم برنج در پاسخ به پارامترهای روزنه‌ای در اثر افزایش دی‌اکسیدکربن را نیز گزارش نمودند. زمانی‌که گیاه در معرض غلظت بالای دی‌اکسیدکربن قرار می گیرد، هدایت روزنه‌ای در پاسخ به آن، کاهش می‌یابد. در واقع پاسخ روزنه‌ها به تغییرات محیطی و هدایت روزنه‌ای آنها به صفاتی همچون تراکم روزنه، شاخص روزنه، اندازه سلول‌های محافظ و منافذ روزنه، سطح برگ و غیره مربوط می‌باشد. در میان صفات متنوع روزنه‌ای، تراکم روزنه از مهمترین پارامترهای اکوفیزیولوژیکی است که بر تبادلات گازی مؤثر می‌باشد (۲۳).

همواره دی‌اکسیدکربن و نور دو عامل مهم در بهبود شرایط فتوسنتزی گیاهان به شمار می‌روند. در صنعت گلخانه با دست‌کاری این دو فاکتور، می‌توان محصولاتی با کیفیت بهتر تولید کرد. غنی‌سازی دی‌اکسیدکربن در گلخانه‌ها می‌تواند به عنوان راهکاری برای کاهش زمان تولید، بهبود قدرت رشد و همچنین افزایش کیفیت گیاه استفاده شود (۱۸). تحت شرایط غنی از دی‌اکسیدکربن، میزان بالاتر فتوسنتز خالص و به دنبال آن تجمع ماده خشک و افزایش رشد در گیاه مشاهده می‌شود. افزایش کارایی فتوسنتز با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن ممکن است به دلیل کاهش بازدارندگی اکسیژن در فتوسنتز (کاهش تنفس نوری) باشد. غلظت بالای دی‌اکسیدکربن همچنین موجب افزایش دمای بهینه برای رشد می‌شود. کاهش میزان تنفس تحت شرایط غنی شده نیز به خوبی مشاهده می‌شود (۱۳). اثر عمده غنی‌سازی توسط دی‌اکسیدکربن تغییر جهت تعادل بین کربوکسیلاسیون و فعالیت اکسیژنی آنزیم روبیسکو است (۱۸).

تحقیقات نشان داد که تحت شرایط درجه حرارت روزانه ۲۸ و شبانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد, افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام به مدت ۵۰ روز، باعث افزایش معنی‌داری در تراکم روزنه‌ها (٦٨/٧ درصد نسبت به ۲۹/٦ درصد شاهد) و تراکم سلول‌های اپیدرمی به میزان ۳۷/۳ درصد در گل رز می‌گردد (۲۰). همچنین در دیگر نتایج نشان داده شده است که غلظت ٦٨٠ پی‌پی‌ام دی‌اکسیدکربن همراه با دمای شبانه ۳۲ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش وزن خشک و عملکرد گیاه برنج گردید (۳).

در آزمایشی دیگر غنی‌سازی با دی‌اکسیدکربن با غلظت ۸۰۰ تا ۹۰۰ پی‌پی‌ام سبب افزایش عملکرد در پیاز و هویج به‌ترتیب به میزان ۲۳ و هشت درصد گردید. در همین آزمایش، افزایش وزن خشک در کاهو به میزان ۱۸ درصد، در کرفس ۱۷ درصد و در هویج ۱۹ درصد مشاهده گردید (۱۲). اثرات مشابه دیگری در اثر کوددهی با دی‌اکسیدکربن در برخی ارقام رز، کالانکوا، گوجه فرنگی، گل استکانی و بنفشه افریقایی به‌دست آمد (۱۱، ۱۵ و ۱۹). شدت نور، کیفیت نور، رطوبت و دی‌اکسیدکربن اتمسفر و افزایش میزان آن بر تراکم روزنه و شاخص روزنه‌ای مؤثر است (۸، ۹، ۲۱

Archive of SID

www.SID.ir

و ۲۲). هدف از انجام این پژوهش مطالعه آناتومی برگ در گل جعفری، ابری و رعنا زیبا با تیپ های مختلف برگی ساده، متقابل و روزته بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط رشد

در این تحقیق، بذور جعفری، ابری و رعنا زیبا در داخل گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد کشت و پس از هشت هفته در موقع چهار برگه شدن آنها را به خزانه انتظار منتقل کرده و تحت تأثیر چهار غلظت دی‌اکسیدکربن قرار گرفتند. تیمارها شامل ۱ – شاهد با غلظت ۳۵۰ میکرولیتر بر لیتر، ۲ – غلظت ۷۰۰ میکرولیتر بر لیتر، ۳ – غلظت ۱۰۵۰ میکرولیتر بر لیتر و ٤ – غلظت ۱٤۰۰ میکرولیتر بر لیتر می‌باشد. این آزمایش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای تنظیم دی‌اکسیدکربن با غلظت‌های موردنظر از یک سیستم کاملاً خودکار استفاده گردید. یک فتوسل دستور روشن و خاموش شدن را به ترتیب در روز و شب انجام می داد و با استفاده از کپسول‌های ۵۰ کیلویی دی‌اکسیدکربن و شیرهای برقی و تایمرهایی که در مسیر قرار داده شده بودند تزریق گاز صورت می گرفت. با استفاده از یک CO_2 متر پرتابل اندازه‌گیری‌های غلظت دی‌اکسیدکربن در طول روز انجام می گرفت. گیاهان موجود در داخل باکس ها به مدت ۲۰ روز تحت تأثیر دی‌اکسیدکربن قرار گرفتند. متوسط درجه حرارت روزانه ۲۵ و متوسط درجه حرارت شبانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد برای کلیه تیمارها یکسان درنظر گرفته شد. فتوپریود باتوجه به زمان آزمایش ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. رطوبت نسبی به طور متوسط حدود ٦٥ درصد اندازه‌گیری و در طول آزمایش ثبت گردید.

اندازه‌گیری‌ها

برای اندازه‌گیری تراکم روزنه‌ها، تراکم سلول‌های اپیدرمی، طول روزنه و طول و عرض سلول‌های محافظ از سطح رویی برگ پنجم گیاهان مورد آزمایش استفاده گردید که باتوجه به اینکه گیاه جعفری دارای برگ مرکب می‌باشد از برگچه چهارم و با استفاده از یک اسکارپل لایه نازکی از سطح رویی برگ گیاهان جدا و با پنس آن را روی لام‌های مدرج موسوم به لام توما قرار داده و با استفاده از یک میکروسکوپ با قابلیت تصویربرداری، ابتدا تراکم روزنه‌ها و سلول‌های اپیدرمی در واحد سطح (mm^2) و سپس طول و عرض سلول‌های محافظ و طول روزنه برحسب میکرومتر محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری شاخص روزنه از رابطه (۱) استفاده گردید (۲٤).

$$SI = [(S/E+S)] *100 \quad (1$$

در این رابطه، E تعداد سلول‌های اپیدرمی در واحد سطح (mm^2)، S تعداد روزنه در واحد سطح (mm^2) و SI شاخص روزنه (٪) می‌باشد.

آنالیز آماری داده‌های این پژوهش توسط نرم‌افزارهای MSTATC و Jmp4 (نرم‌افزار آماری که جهت تجزیه واریانس داده‌ها استفاده می‌شود) و کلیه مقایسات میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر غلظت‌های مختلف دی‌اکسیدکربن تنها در مورد شاخص‌های روزنه معنی‌دار نشده است و در مورد سایر صفات اندازه‌گیری شده در این پژوهش اثر اصلی غلظت دی‌اکسیدکربن معنی‌دار بوده است (جدول ۱). از طرف دیگر اختلاف بین گونه‌های مورد آزمایش و اثر متقابل گونه و

Archive of SID

www.SID.ir

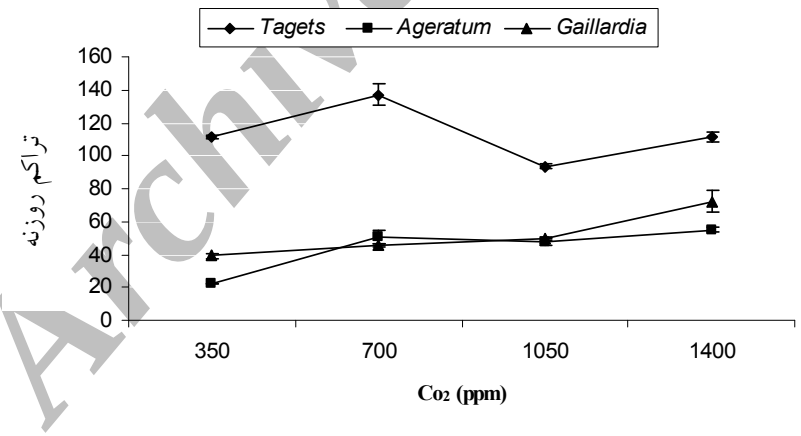
غلظت در تمامی صفات اندازه‌گیری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱).

جدول۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در گیاهان جعفری، ابری و رعنا زیبا

منابع تغییر	درجه آزادی	تراکم روزنه (mm^2)	تراکم سلول های اپیدرمی (mm^2)	شاخص روزنه (٪)	طول روزنه (µm)	طول سلول‌های محافظ (µm)	عرض سلول‌های محافظ (µm)
غلظت	۳	۱۰۳۷/۹**	۶۴۲۱/۶**	۲۶/۱^{ns}	۱۳۶/۲**	۱۵۹/۶**	۴/۴**
نوع گیاه	۲	۱۷۳۹۵/۷**	۴۳۲۶۶/۷**	۳۶۹/۱**	۶۶/۳**	۱۹۳/۰**	۲۳/۷**
غلظت × نوع گیاه	۶	۶۰۳/۷**	۱۷۴۹۲/۵**	۲۰۶/۱**	۳۶/۳**	۴۷/۸**	۲/۷**
اشتباه	۲۴	۳۱/۵**	۴۴۷/۷**	۱۵/۹**	۶/۸**	۲/۷**	۰/۳**

*** و** - به ترتیب نشان‌گر معنی‌دار بودن در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ می‌باشند. ns معنی‌دار نیست.**

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که گیاه جعفری با میانگین ۱۱۳/٤ روزنه در میلی‌مترمربع درمقایسه با ابری و رعنا زیبا از تراکم روزنه‌ای در واحد سطح بالاتری برخوردار بود (جدول ۲). تراکم روزنه‌ای برای گیاه جعفری در غلظت‌های ۷۰۰ و ۱۰۵۰ میکرولیتر بر لیتر نیز به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۳۷/۲ و ۹۳/٤ در واحد سطح (میلی‌مترمربع) بیشترین و کمترین مقادیر را نشان داد (شکل ۱). این در حالی بود که در دو گیاه دیگر مورد آزمایش به‌تدریج با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن، تعداد روزنه‌ها در واحد سطح افزایش یافت (شکل ۱).



شکل ۱ - اثر متقابل غلظت Co_2 و نوع گیاه بر تراکم روزنه بر حسب mm^2

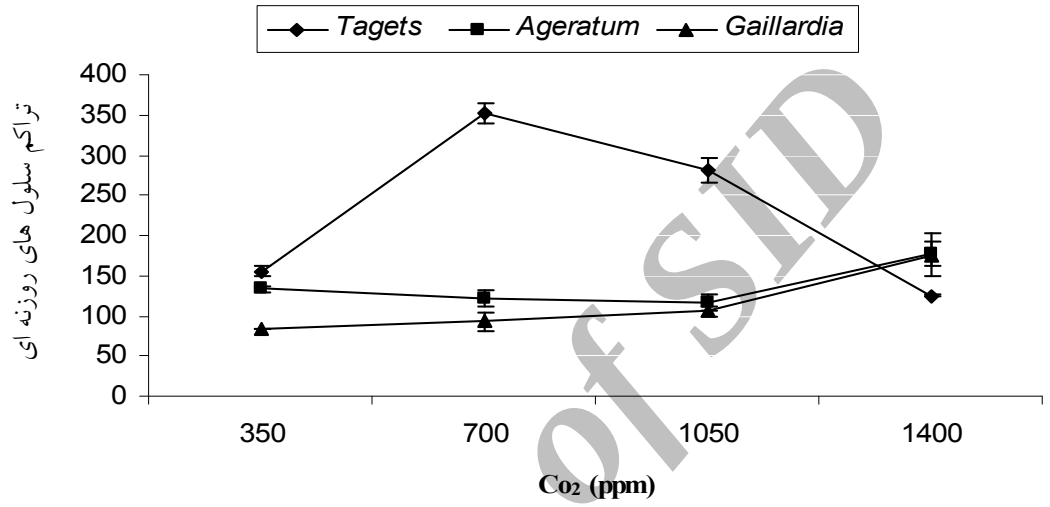
براساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش مشخص گردید که تعداد سلول‌های اپیدرمی جعفری با میانگین ۲۲۸ عدد در واحد سطح (میلی‌متر مربع) نسبت به دو گیاه دیگر بیشتر بود (جدول ۲). این گیاه در غلظت ۷۰۰ میکرولیتر بر لیتر با میانگین ۳۵۱/۲ تراکم سلول‌های اپیدرمی بالاتری را در مقایسه با غلظت‌های دیگر مورد آزمایش نشان داد (شکل ۲). مقادیر این صفت از غلظت ۳۵۰ تا ۱۰۵۰ میکرولیتر بر لیتر برای گیاه رعنا زیبا روند افزایشی و در گیاه ابری سیر نزولی داشت، اما نهایتاً در غلظت ۱٤۰۰ میکرولیتر بر لیتر در هر دو

Archive of SID

www.SID.ir

گیاه تعداد سلول‌های اپیدرمی در واحد سطح افزایش یافت (شکل ۲).

اندازه‌گیری شاخص روزنه‌ای گیاهان مورد مطالعه نشان داد که شاخص روزنه در گیاه جعفری در غلظت ۷۰۰ میکرولیتر بر لیتر معادل ۳۳/۵ درصد کاهش و در گیاه ابری معادل ۱۰۰ درصد افزایش یافته است (شکل ۳). این در حالی است که تحت شرایط مذکور، شاخص روزنه‌ای در گیاه رعنا زیبا تقریباً ثابت بود. بیشترین مقادیر این صفت نیز در بالاترین غلظت Co_2 اعمال شده در گیاه جعفری با میانگین ٤٤/۳ درصد به دست آمد (شکل ۳).



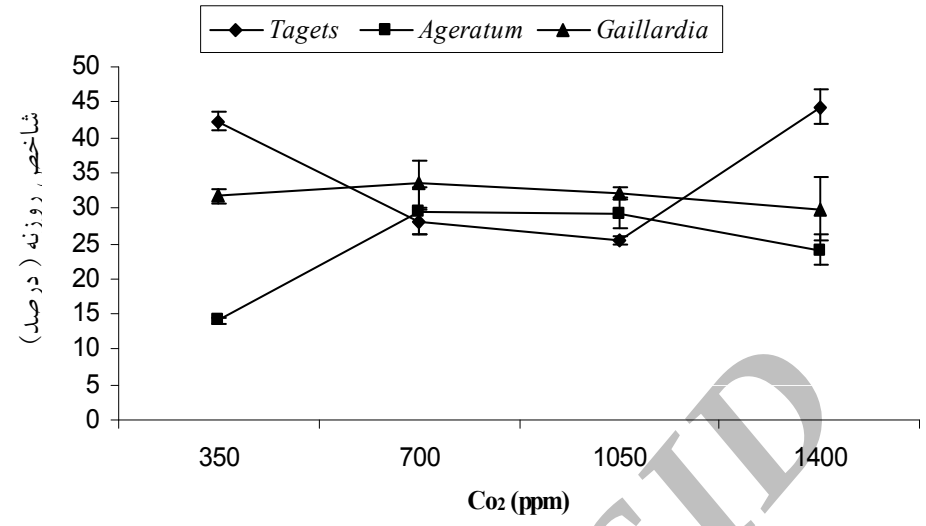
شکل ۲ – اثر متقابل غلظت Co_2 و نوع گیاه بر تراکم سلول‌های اپیدرمی برحسب mm^2

همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که طول روزنه در جعفری، ابری و رعنا زیبا در غلظت ۷۰۰ میکرولیتر بر لیتر دی‌اکسیدکربن به‌ترتیب معادل ۲۹/۱، ۱۱/۵ و ۳۵/۲ درصد افزایش یافت. ولی با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن تا حد ۱۰۵۰ میکرولیتر بر لیتر به‌تدریج گیاهان مورد مطالعه، طول روزنه‌های خود را کاهش دادند (شکل ٤).

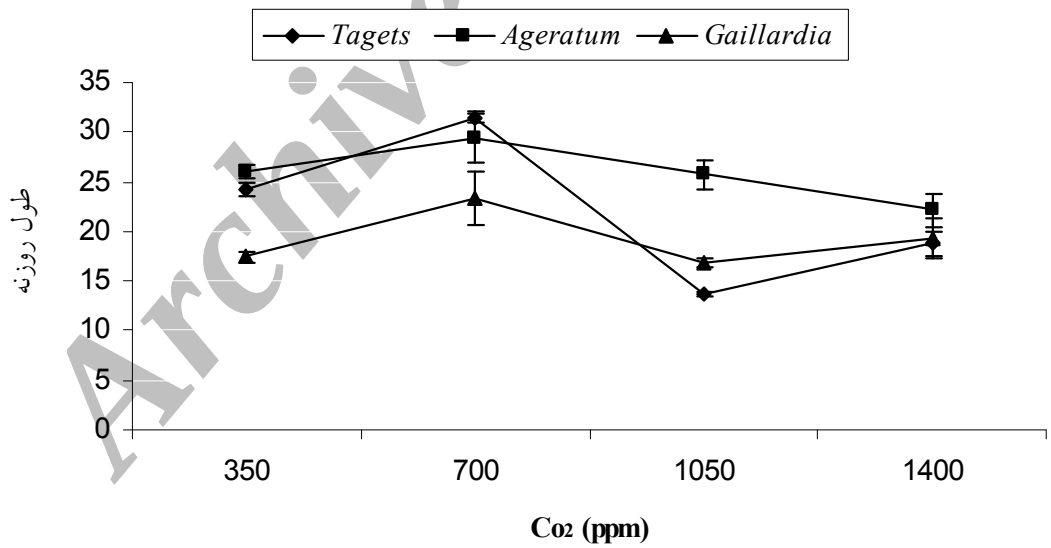
مقادیر این صفت در غلظت بالاتر دی‌اکسیدکربن (۱٤۰۰ میکرولیتر بر لیتر) در گیاهان جعفری و رعنا زیبا دوباره افزایش ولی در ابری همچنان به روند کاهشی خود ادامه داد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳ – اثر متقابل غلظت Co_2 و نوع گیاه بر شاخص روزنه

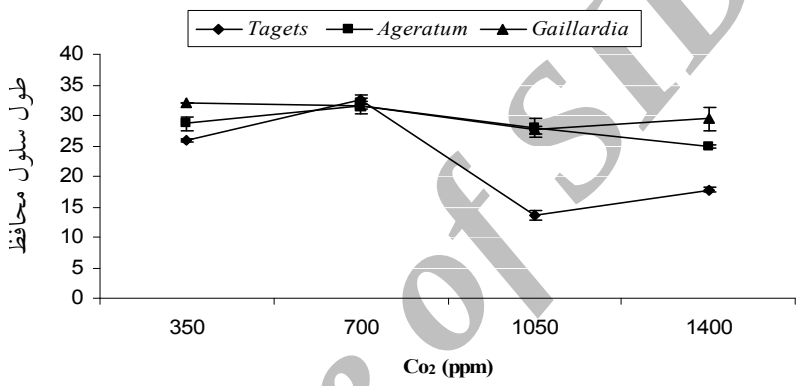


شکل ٤ – اثر متقابل غلظت Co_2 و نوع گیاه بر طول روزنه برحسب میکرومتر

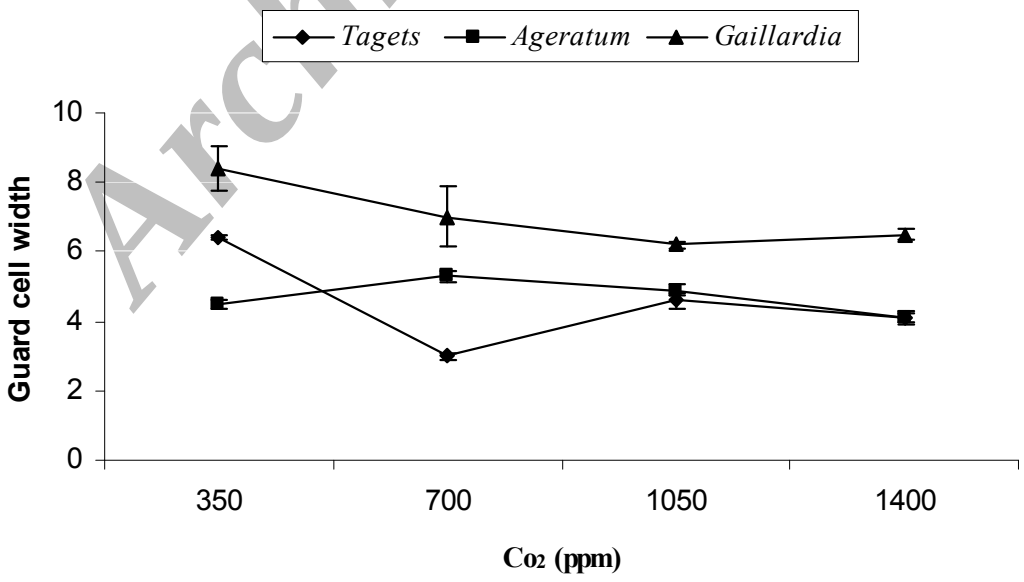
Archive of SID

www.SID.ir

در گیاه جعفری طول سلول‌های محافظ روزنه تحت شرایط ۷۰۰ و ۱۵۰۰ میکرولیتر بر لیتر به ترتیب با میانگین ۳۲/٦ و ۱۳/۵ میکرومتر بالاترین و پایین‌ترین مقادیر را به خود اختصاص داد (شکل ۵). این در حالی بود که در غلظت‌های مختلف دی‌اکسیدکربن مورد مطالعه, طول سلول‌های محافظ روزنه‌ای دو گیاه دیگر (ابری و رعنا زیبا) درمقایسه با گیاه جعفری تغییرات بسیار کمی را نشان دادند (شکل ۵). نتایج این آزمایش نشان داد که عرض سلول‌های محافظ روزنه در گیاه رعنا زیبا با میانگین هفت میکرومتر در مقایسه با ابری و جعفری بیشتر بود (جدول ۲). از طرف دیگر، گیاه جعفری تحت غلظت ۷۰۰ میکرولیتر بر لیتر با ۵۳/۱ درصد کاهش نسبت به شاهد پایین‌ترین عرض سلول‌های محافظ را در کل آزمایش دارا بود (شکل ٦).



شکل ۵ – اثر متقابل غلظت Co2 و نوع گیاه بر طول سلول محافظ برحسب میکرومتر



شکل ٦ – اثر متقابل غلظت Co_2 و نوع گیاه بر عرض سلول محافظ برحسب میکرومتر

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ – مقایسه میانگین اثر اصلی غلظت و نوع گیاه بر صفات اندازه‌گیری شده

سطح	تراکم روزنه (mm^2)	تراکم سلول‌های اپیدرمی (mm^2)	شاخص روزنه (٪)	طول روزنه (µm)	طول سلول‌های محافظ (µm)	عرض سلول‌های محافظ (µm)
غلظت (ppm)						
شاهد (۳۵۰)	۵۷/۷ b	۱۲۴/۵ c	۲۹/۴ ns	۲۲/۶ b	۲۸/۹ b	۶/۵ a
۷۰۰	۸۰ a	۱۸۸/۶ a	۳۰/۵ ns	۲۸/۱ a	۳۱/۹ a	۵/۱ b
۱۰۵۰	۳۶/۶ b	۱۶۷/۶ ab	۲۸/۵ ns	۱۸/۸ c	۳۳/۱ c	۵/۳ b
۱۴۰۰	۷۹/۵ a	۱۵۹ b	۳۲/۷ ns	۲۰/۱ bc	۲۴ c	۵ b
نوع گیاه						
جعفری	۱۱۳/۴ a	۲۲۸ a	۵۳/۱ a	۲۲/۱ b	۲۲/۵ c	۴/۶ b
ابری	۴۳/۸ c	۱۳۷/۲ b	۲۴/۳ b	۲۸/۹ a	۲۸/۳ b	۴/۷ b
رعنا زیبا	۵۱/۸ b	۱۱۴/۶ b	۳۱/۸ a	۱۹/۳ b	۳۰/۲ a	۷/۱ a

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

در این مطالعه، با افزایش دی‌اکسیدکربن به خصوص غلظت ۷۰۰ میکرولیتر بر لیتر، تراکم روزنه در سطح رویی برگ افزایش یافت. این افزایش در گیاه جعفری (با برگ‌های مرکب) کاملاً چشم‌گیر بود. اما در مورد گیاه ابری (با برگ‌های متقابل) افزایش تراکم روزنه در غلظت ۱٤۰۰ به اوج خود رسید. در مطالعه ای(۲۰) با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به میزان ۷۰۰ میکرولیتر بر لیتر، تراکم روزنه‌ها افزایش یافت که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد، اما شاخص روزنه تحت تأثیر غلظت‌های بالای دی‌اکسیدکربن قرار نگرفت که با این نتایج مغایرت دارد. همچنین نشان داده شده است که با افزایش تراکم روزنه‌ها و سلول‌های اپیدرمی هنگامی که گیاهان در معرض غلظت بالای دی‌اکسیدکربن قرار گرفتند، آغازیدن روزنه‌ها (Stomatal initiation) نیز افزایش یافته که منجر به افزایش تقسیم سلولی در سلول‌های اپیدرمی گردیده است. در تحقیق حاضر نیز با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن علاوه بر تراکم روزنه، تراکم سلول‌های اپیدرمی شاخص روزنه و طول روزنه افزایش یافت. علاوه بر این صفات، با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن که احتمالاً منجر به تقسیم سلول‌های اپیدرمی می‌گردد، به نظر می‌رسد که افزایش غلظت این گاز از تنفس نوری در گیاه ممانعت نموده و درنتیجه میزان فتوسنتز خالص و تجمع مواد هیدروکربنه در بافت‌های رویشی جوان تحت شرایط غنی شده با دی‌اکسیدکربن افزایش یافته که حاکی از اثر غلظت بالای این گاز بر آغازیدن تشکیل روزنه‌ها در برگ‌های بالغ و تحریک تشکیل برگ‌های جدید می‌باشد که با دیگر نتایج مطابقت دارد (۱۰، ١٤، ۱۷، ۲۰، ٢٦). همچنین در دیگر تحقیقات، افزایش در طول روزنه (طول و عرض) سلول های محافظ تحت شرایط غلظت بالای دی اکسید کربن در ارقام *Brassica* گزارش شده که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد (٤ و ۲۳). گزارش دیگری نشان داد هنگامی که ارقام رز تحت تأثیر دی‌اکسیدکربن با غلظت بالا قرار می‌گیرند، تقسیمات مریستمی و تمایز در مراحل اولیه رشد برگ القا می‌شود (۲۰).

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین افزایش معنی‌داری در تراکم سلول‌های اپیدرمی، هنگامی‌که گیاهان تحت شرایط دی‌اکسیدکربن بالا قرار می‌گیرند، به‌وجود می‌آید که نتیجه مستقیم آن، افزایش تقسیم سلولی و افزایش حجم سلولی می‌باشد که از نتایج ما حمایت می‌کند. در این تحقیق، علاوه بر افزایش تراکم سلول‌های اپیدرمی، توسعه سلولی در سطح رویی برگ نیز افزایش یافت. به‌هرحال، ایشان نشان دادند که صفات آناتومیکی گیاهان (تراکم روزنه، تراکم سلول‌های اپیدرمی, طول روزنه و غیره) تحت تأثیر عوامل محیطی بوده و به عنوان یک عامل وراثتی شناخته نمی‌شود که این نتایج با داده‌های این تحقیق کاملاً سازگاری داشت.

به‌طورکلی می‌توان اظهار داشت که غلظت ۷۰۰ میکرولیتر بر لیتر بیشترین تأثیر را در گیاه جعفری (با برگ‌های مرکب) و ابری (برگ‌های متقابل) و بر صفاتی نظیر تراکم روزنه و سلول‌های اپیدرمی، طول روزنه و طول سلول‌های محافظ و عرض آن داشت. در مورد گیاه رعنا زیبا (با برگ‌های روزنه) غلظت ۱٤۰۰ مؤثر واقع شده است. غلظت ۱۰۵۰ این گاز تقریباً در مورد هر سه گیاه به طور متوسط عمل نموده، به‌طوری‌که باعث افزایش یا کاهش کمی در صفات مورد مطالعه گردیده است.

منابع مورد استفاده

۱. قاسمی قهساره م. و کافی م (۱۳۸٤) گل‌کاری علمی و عملی. انتشارات گلین. ۳۳۵ صفحه.

2. Beerling DJ and Kelly CK (1997) Stomatal density responses of temperate woodland plants over the past seven decades of CO_2 increase: a comparison of Salisbury (1927) with contemporary data. Am. J. Bot. 84: 1572–1583.
3. Cheng W, Sakai H, Yagi K and Hasegawa T (2009) Interactions of elevated CO_2 and night temperature on rice growth and yield. Agr. Forest meteorol. 149: 51-58.
4. Das R (2003) Characterization of response of *Brassica* cultivars to elevated carbon dioxide under moisture stresses. Ph.D. Thesis, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi.
5. Ferris R and Taylor G (1994) Stomatal characteristics of four native herbs following exposure to elevated CO_2. Ann. Bot. 73: 447–453.
6. Hetherington AM and Woodward FI (2003) The role of stomata in sensing and driving environmental change. Nature. 424: 901–908
7. Labeke MCV and Dambre P (1998) Effect of supplementary lighting and Co_2 enrichment on yield and flower stem quality of *Alstromeria* cultivars. Sci. Hortic. 74: 269-278
8. Lake JA, Quick WP, Beerling DJ and Woodward FI (2001) Plant development: signals from mature to new leaves. Nature. 411: 154–155.
9. Liu-Gitz L, Britz SJ and Wergin WP (2000) Blue light inhibits stomatal development IB soybean isolines containing kaempferol 3-O-2G-glycosyl-gentiobioside (K9), a unique flavonoid glycoside. Plant Cell Environ. 23: 883–891.
10. Mavrogianopoulos GN, Spanakis J and Tsikalas P (1999) Effect of Co_2 enrichment and salinity on photosynthesis and yield in melon. Sci. Hortic. 79: 51-63.
11. Mortensen LM (1994) Effects of day/night temperature variations on growth, morphogenesis and flowering of *Kalanchoe blossfeldiana* v. Poelln. at different Co_2

Archive of SID
www.SID.ir

concentrations, daylengths and photon flux densities. Sci. Hortic. 59: 233-241.

12. Mortensen LM (1994) Effects of elevated Co_2 concentrations on growth and yield of eight vegetable species in a cool climate. Sci. Hortic. 58: 177-185.
13. Mortensen LM (1987) Co_2 enrichment in greenhouses. Crop responses. Sci. Hortic. 33: 1-25.
14. Mortensen LM (1986) Effect of intermittent as compared to continuous Co_2 enrichment on growth and flowering of *Chrysanthemum X morifolium* Ramat. and *Saintpaulia ionantha* H. Wendl. Sci. Hortic. 29: 283-289.
15. Mortensen LM (1986) Effect of relative humidity on growth and flowering of some greenhouse plants. Sci. Hortic. 29: 301-307.
16. Mortensen LM and Moe R (1992) Effects of Co_2 enrichment and different day/night temperature combinations on growth and flowering of *Rosa* L. and *Kalanchoe blossfeldiana* V. pollen. Sci. Hortic. 51: 145-153.
17. Mortensen LM and Ulsaker R (1985) Effect of Co_2 concentration and light levels on growth, flowering and photosynthesis of *Begonia x hiemalis* Fotsch. Sci. Hortic. 27: 133-141.
18. Tremblay N and Gosselin A (1998) Effect of carbon dioxide enrichment and light .HortTechnology. 8(4): 524–528.
19. Nilsen S, Hovland K, Dons C and Sletten SP (1983) Effect of Co_2 enrichment on photosynthesis, growth and yield of tomato. Sci. Hortic. 20: 1-14.
20. Pandey R, Chenhacko PM, Choudhary ML, Prasad KV and Madan P (2007) Higher than optimum temperature under CO_2 enrichment influences stomata anatomical chracters in rose (*Rosa hibrida*). Sci. Hortic. 113: 74-81.
21. Schoch, PG, Jacques R, Lecharny A and Sibi M (1984) Dependence of stomatal index on environmental factors during stomata differentiation in leaves of Vigna sinensis L 2. Effect of different light quality. J. Exp. Bot. 35: 1405–1409.
22. Serna L and Fenoll C (1997) Tracing the ontogeny of stomatal clusters in Arabidopsis with molecular markers. Plant J. 12: 747–755.
23. Uprety DC, Dwivedi JN and Mohan VR (2002) Effect of elevated carbon dioxide concentration on the stomatal parameters of rice cultivars. Photosynthetica. 40: 315–319.
24. Woodward FI (1987) Stomatal numbers are sensitive to increase in CO_2 from pre-industrial levels. Nature. 327: 617–618.
25. Woodward FI and Kelly CK (1995) The influence of CO_2 concentration on stomatal density. New Phytol. 131: 311–327.
26. Zhang J and Lechowicz MJ (1995) Responses to CO_2 enrichment by two genotypes of *Arabidopsis thaliana* differing in their sensitivity to nutrient availability. Ann. Bot. 75: 491-499.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of Co2 enrichment on leaf anatomy in marigold (*Tagets* spp.), floss flower (*Ageratum* spp.) and blanket flower (*Gaillardia* spp.)

M. Shoor[1], Y. Selahvarzi [2] and S. Bostani [3]
E-mail: shoor@ferdowsi.um.ac.ir

Abstract

To evaluate the effect of high Co_2 concentration on three ornamental plants belong to *Asteraceae* family, all with different morphological characteristics, namely: Marigold (compound leaves), Floss flower (opposite leaves) and Blanket flower (rosette leaves), an experiment was conducted in 2007 at Ferdosi university - Iran. Four levels of Co_2 (350 as control, 700, 1050 and 1400 µl/l), as well as three plant genotypes were used as factorial arrangement based on a complete randomized design with three replications. The results showed that all studied traits were affected by Co_2, plant genotypes and their interactions. Increasing Co_2 concentration to 700 µl/l led to higher stomata density, epidermal cell density, stomata length, and guard cell length in all three plant genotypes. The results also showed that marigold (compound leaves) had the maximum values for stomata density, epidermal cell density, as well as stomatal index. Maximum stomata length occurred in Floss flower (opposite leaves) and maximum length and width of guard cell were observed in Blanket flower (rosette leaves).

Keywords: Anatomical traits, Blanket flower, Co_2, Floss flower, Marigold, Stomatal density

Archive of SID

1- Assitant Professor, Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Khorasan Razavi – Iran **(Corresponding Author)**
2- Instructor, Pomegranate Research Center of Ferdowsi University of Mashhad, Khorasan Razavi – Iran
3- M.Sc. Student, Dept. of Horticultural, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Khorasan Razavi - Iran

www.SID.ir