



## تأثیر افزایش غلظت دی اکسید کربن بر محتوای آب نسبی، نشت الکترولیت ها و رنگدانه های کلروفیلی گل تکمه ای تحت تنش شوری

- مریم کمالی<sup>1</sup>، محمود شور<sup>2</sup>، مرتضی glandانی<sup>3</sup>، یحیی سلاح ورزی<sup>3</sup>، علی تهرانی فر<sup>3</sup>  
1- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد  
Email: [m.kamali57@yahoo.com](mailto:m.kamali57@yahoo.com)  
2- استادیار، عضو هیئت علمی گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد  
3- به ترتیب استادیار گروه زراعت، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات انار، دانشیار گروه علوم باغبانی

چکیده:

غنی سازی دی اکسید کربن در گلخانه ها می تواند به عنوان راهکاری برای کاهش زمان تولید، بهبود قدرت رشد و همچنین افزایش کیفیت گیاه باشد. از طرفی با توجه به افزایش غلظت دی اکسید کربن محیط در سال های آینده، تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر افزایش دی اکسید کربن بر برخی صفات گیاه چهار کربنه گل تکمه ای (*Gomphrena globosa L.*) در شرایط گلخانه ای انجام شد. تیمارهای استفاده شده عبارت بودند از 3 غلظت 380 پی پی ام (شاهد)، 700 پی پی ام و 1050 پی پی ام دی اکسید کربن و سه سطح شوری 0، 150 و 300 میلی مولار در سه تکرار که به صورت اسپیلیت پلات بر پایه طرح کامل تصادفی در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد تیمار دی اکسید کربن و اثر متقابل آن با کلرید سدیم در هیچ یک از سطوح مورد بررسی اختلاف معنی داری بر درصد نشت الکترولیت نداشت و اثر ساده شوری نیز در سطح احتمال 5% معنی دار شد. در محتوای رطوبت نسبی اثرات ساده و متقابل شوری و دی اکسید کربن معنی دار شد ( $p < 0/01$ ). به طوریکه شوری میزان محتوای رطوبت نسبی را کاهش داد و از طرفی دی اکسید کربن منجر به افزایش میانگین مقادیر صفت فوق شد. اثر سطوح متفاوت شوری و دی اکسید کربن و برهمکنش شوری و دی اکسید کربن نیز بر کلروفیل *a* و کلروفیل کل در سطح احتمال 1% معنی دار شد. بیشترین مقادیر مربوط به کلروفیل کل در سطح 700 پی پی ام دی اکسید کربن و در سطوح 0 و 150 میلی مولار کلرید سدیم به ترتیب برابر 3/72 و 3/69 مشاهده شد.

کلید واژه: دی اکسید کربن، کلروفیل *a*، کلروفیل کل

### 1- مقدمه

استفاده از سوخت های فسیلی و سوزاندن جنگل ها می باشد می تواند اثر مثبتی بر کارایی فتوسنتز داشته باشد. شواهد

غلظت های بیشتر گاز کربنیک اتمسفر که خود ناشی از افزایش

تشکیل می‌دهد، ضمن اینکه دریاچه‌های آب شور داخلی و آب‌های شور شمال و جنوب کشور نیز قابلیت‌های آبی آینده کشور محسوب می‌شوند.

آنچه مسلم است گیاه با افزایش غلظت دی‌اکسید کربن واکنش‌های متفاوتی از خود نشان خواهد داد. این واکنش‌ها در رابطه با تغییرات عملکرد، ویژگی‌های رشد، تغییر در نسبت اندام‌های مختلف به ریشه و به عبارت دیگر اختصاص مواد خواهد بود. اگرچه افزایش دی‌اکسید کربن در گیاهان سه کربنه تأثیر بیشتری نسبت به گیاهان چهارکربنه دارد ولی در گیاهان چهارکربنه نیز بی‌تأثیر نخواهد بود. طی بررسی انجام شده افزایش غلظت دی‌اکسید کربن موجب افزایش فتوسنتز در گونه‌های سه کربنه و چهار کربنه به ترتیب به میزان 37 و 22 درصد شد. همچنین پورتر گزارش کرد افزایش دی‌اکسید کربن محیط در بعضی گیاهان چهار کربنه، به طور معنی‌دار فتوسنتز و صفات رشدی را افزایش داد. افزایش دی‌اکسید کربن در علف هرز چهار منجر *Amaranthus retroflexus* کربنه به افزایش 25 درصدی بیومس شد. *Amaranthus* در گیاه زراعی *Hypochondriacus* نیز افزایش دی‌اکسید کربن محیط تا دو برابر، وزن خشک و سطح برگ هر بوته را افزایش داد اغلب مطالعات در مورد اثرات افزایش غلظت دی‌اکسید کربن بر اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی نشان می‌دهد که افزایش غلظت دی‌اکسید کربن موجب تحریک رشد گیاه می‌شود (بوکر و همکاران، 2005). بورکارت و همکاران (2004) به نقل از موریسون، بیان کردند که افزایش غلظت دی‌اکسید کربن موجب می‌شود روزنه‌ها کمتر باز شوند

مختلف حاکی از آن است که غلظت دی‌اکسید کربن اتمسفر از حدود 280 پی‌پی‌ام قبل از انقلاب صنعتی به حدود 370 پی‌پی‌ام در حال حاضر افزایش یافته است، و همچنان رو به افزایش است. پیش‌بینی می‌شود هر ساله حدود 1.8 پی‌پی‌ام بر غلظت آن افزوده گردد. از طرفی مطالعات جهانی نشان داده که بهره‌برداری از زمین‌ها در طی 45 سال گذشته باعث شور شدن 6% از اراضی دنیا شده است. به عنوان مثال، در طی قرن گذشته از 77 میلیون هکتار زمین در استرالیا تنها 2 میلیون هکتار شور بود ولی پیش‌بینی می‌شود در 50 سال آینده این رقم به 15 میلیون هکتار برسد. بر اساس آمار موجود در سطح جهانی، ایران پس از چین، هند و پاکستان بیشترین درصد اراضی شور را به خود اختصاص داده است (کافی و همکاران، 1388). یکی از عوامل مهم که حفظ و توسعه کشاورزی را در نواحی خشک محدود

می‌سازد، مسئله کمبود آب است. در این راستا می‌توان از آب‌های با کیفیت پایین یا آب‌های غیر متعارف برای رفع این تنگنا بهره‌گرفت. هم‌اکنون بهره‌برداری از آب‌های با کیفیت پایین در سطح جهانی رو به ازدیاد است. بهره‌گیری از آب‌های شور اکنون در برخی از سرزمین‌های خشک قاره آمریکا، اروپا، آسیا، آفریقا و اقیانوسیه متداول می‌باشد. بررسی‌های مقدماتی نشان می‌دهد از این منابع نیز می‌توان در تولیدات کشاورزی به مقیاس وسیع استفاده کرد. بر طبق برآوردهای اولیه کمیت و کیفیت منابع آب کشور، حدود 10% از منابع آب تجدید پذیر کشور را منابع آب‌های شور و لب شور

(گیلمان و همکاران، 1999). گزارش کردند هیچ مطالعه‌ای در ارتباط با مقاومت این گیاه به شوری خاک گزارش نشده است. هرچند گزارش شده است بعضی از انواع گل تکمه‌ای می‌توانند سطوح بالای شوری را تحمل کنند (1).

با توجه به افزایش دی‌اکسیدکربن جو در سال‌های آینده و ضرورت استفاده از آب‌های شور از طرفی، و همچنین بررسی اثر متقابل افزایش دی‌اکسیدکربن در برابر تنش شوری، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی میزان بهبود صفات مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیک گیاه گل تکمه‌ای با افزایش دی‌اکسید کربن در شرایط تنش شوری انجام شد.

#### مواد و روش

این پژوهش در بهار و تابستان سال 1389 در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام پذیرفت. این تحقیق در قالب آزمایش اسپلت پلات بر پایه طرح کامل تصادفی به اجرا در آمد. تیمار شوری در 3 سطح شامل 1- بدون تنش (0 میلی مولار)، 2- تنش متوسط (150 میلی مولار)، 3- تنش شدید (300 میلی مولار) استفاده شد. دی‌اکسیدکربن استفاده شده نیز شامل سه سطح 380 پی‌پی‌ام به عنوان شاهد، 700 پی‌پی‌ام و 1050 پی‌پی‌ام بود. تعداد تکرارها برای این آزمایش 3 در نظر گرفته شد. در طی مدت انجام این آزمایش طول دوره روشنائی 16 ساعت، تاریکی 8 ساعت و حداقل شدت نور نیز برابر 50 کیلو لوکس تنظیم گردید. تیمارهای مختلف دی‌اکسیدکربن در زیر پلاستیک به صورت جداگانه طراحی و غلظت

که این مسئله خود باعث کاهش تنفس برگ‌ها و همزمان افزایش آسمیلاسیون کربن می‌گردد. پاسخ گیاهان به افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن معمولاً بر خلاف می‌باشد  $O_3$  پاسخ آنها به ازن (و شامل افزایش فتوسنتز، کاهش هدایت روزنه‌ای، نمو برگ‌ها بزرگ‌تر، ضخیم‌تر و سنگین‌تر، افزایش شاخه‌دهی، افزایش تغییر نسبت ریشه به ساقه، افزایش رشد، کاهش نشیت کربن از سلول‌های مخصوص غلاف آوندی در گیاهان چهارکربنه مثل سورگوم<sup>1</sup> و افزایش مواد متابولیکی ثانویه می‌باشد. مطالعات وارد و همکاران (2)، بر روی بیان کرد که  $C_3$  و  $C_4$  اغلب افزایش فتوسنتز در اثر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن موجب افزایش وزن خشک کلی گیاه در شید، اما در  $C_3$  گونه‌های تغییری مشاهده  $C_4$  گونه‌های نشد. گل تکمه‌ای با نام علمی گیاهی *Gomphrena globosa* L. چهارکربنه از گیاهان خانواده تاج خروس<sup>2</sup> است. دارای برگ‌های کشیده و کرک دار است. این گیاه یکساله بوده و گل‌هایی به شکل تکمه به رنگ‌های ارغوانی، صورتی، زرد و یا سفید دارد. گیاه تا 18 اینچ رشد می‌کند. مقاوم به گرماست، مقاومت متوسطی به خشکی دارد و نیاز به آب زیادی ندارد. در نور کامل رشد می‌کند. مقاوم به خاک‌های اسیدی، شنی و لومی است

<sup>1</sup> *Sorghum bicolor* L.

<sup>2</sup> *Amaranthaceae*

به میزان 0/25 گرم را با قیچی کاملاً خرد کرده و آنرا در یک هاون چینی با 5 میلی لیتر آب مقطر ساییده و طبق روش هیل و همکاران با استفاده از روابط زیر غلظت کلروفیل بدست آمد.

$$\text{Chl}_a \text{ (}\mu\text{g/ml)} = (12.5 \text{ OD}_{663}) - (2.55 \text{ OD}_{645})$$

$$\text{Chl}_b \text{ (}\mu\text{g/ml)} = (18.29 \text{ OD}_{645}) - (2.58 \text{ OD}_{663})$$

$$\text{Chl}_{\text{total}} = \text{Chl}_a + \text{Chl}_b$$

آنالیز آماری داده های این پژوهش توسط نرم افزار MSTATC و رسم نمودار با استفاده از EXCEL و کلیه مقایسات میانگین ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال 5% انجام گردید.

نتایج و بحث:

نتایج نشان داد در گیاه گل تکمه ای تیمار دی اکسید کربن و اثر متقابل آن با کلرید سدیم در هیچ یک از سطوح مورد بررسی اختلاف معنی داری بر درصد نشت الکترولیت نداشت و اثر ساده شوری نیز در سطح احتمال 5% معنی دار شد. به این ترتیب با افزایش سطوح شوری از 0 به 300 میلی مولار کلرید سدیم میزان نشت الکترولیت از 72 به 82 درصد افزایش یافت. در واقع نشت الکترولیت بیانگر میزان آسیب دیدگی غشای سلولی است. در شرایط تنش نسبت یون سدیم به پتاسیم افزایش می یابد. افزایش یون های سدیم منجر به آسیب دیدگی غشای سلولی می گردد.

در محتوای رطوبت نسبی اثرات ساده و متقابل شوری و دی اکسید کربن معنی دار شد ( $p < 0/01$ ). به طوریکه شوری

دی اکسید کربن توسط سیستم زمان سنج با دستگاه دی اکسید متر پرتابل با توجه به حجم گاز دی اکسید کربن 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 می شود. گیاهان پس از استقرار داخل گلدان و همزمان با اعمال تیمار دی اکسید کربن در مرحله حدود شش برگی تحت تنش شوری قرار گرفتند و با آب حاوی مقادیر متفاوت از نمک کلرید سدیم با غلظت های 0، 150 و 300 میلی مولار، آبیاری شدند.

درصد مقدار آب نسبی برگ<sup>3</sup> (RWC) با استفاده از قطعات یک سانتیمتری برگ گیاهان با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{RWC} (\%) = \left[ \frac{(\text{وزن خشک} - \text{وزن تر در شرایط اشباع})}{\text{وزن خشک}} \right] \times 100$$

جهت تعیین پایداری غشاء سلولهای برگ از شاخص نشت الکترولیت<sup>4</sup> مطابق فرمول فوق استفاده گردید.

$$\text{EL} = (C_i / C_m) \times 100$$

در گیاه گل تکمه ای برگ تازه

<sup>3</sup> Relative water content

<sup>4</sup> Electrolyte Leakage

و دی اکسید کربن نیز بر کلروفیل a و کلروفیل کل در سطح احتمال 1% معنی دار شد. ضمن اینکه تجزیه واریانس مربوط به اثر ساده دی اکسید کربن در کلروفیل b معنی دار نشد و در دو صفت کلروفیل a و کلروفیل کل در سطح احتمال 1% اختلاف معنی داری نشان داد. با افزایش شوری، میزان کلروفیل کم شد. به طوری که آبیاری با آب حاوی 300 میلی مولار کلرید سدیم شاخص کلروفیل را نسبت به شاهد برابر 18 درصد کاهش داد. از طرفی افزایش غلظت دی اکسید کربن منجر به افزایش میانگین مقادیر این صفت شد، به طوری که میزان کلروفیل از 27/91 در تیمار شاهد دی اکسید کربن به 29/98 در تیمار 1050 پی پی ام رسید. تنش 300 میلی مولار کلرید سدیم نیز میزان کلروفیل کل را نسبت به شاهد تنش (آبیاری با آب مقطر) 21 درصد کاهش داد. بیشترین مقادیر مربوط به کلروفیل کل در سطح 700 پی پی ام دی اکسید کربن و در سطوح 0 و 150 میلی مولار کلرید سدیم به ترتیب برابر 3/72 و 3/69 مشاهده شد.

جدول 1- مقایسه میانگین اثرات متقابل دی اکسید کربن و شوری بر صفات فیزیولوژیک گل تکمه ای

محتوای رطوبت نسبی	نشست الکترولیت	کلروفیل کل	کلروفیل ل b	کلروفیل ل a	شاخص کلروفیل	شوری (mM)	دی اکسید کربن (ppm)
a91/252	ab77/82	c2/39	c0/68	d1/71	a32/5	0	
bc82/11	ab75/31	d1/78	a1/28	f0/49	26/26 c	150	<b>380</b>
e37/16	a86/46	d1/95	c0/49	de1/46	23/96 c	300	
a90/30	a85/36	a3/72	b1/02	a2/7	30/26 ab	0	
ab85/54	ab76/02	a3/69	b1/02	a2/67	27/73 bc	150	<b>700</b>
cd75/26	a83/74	d1/88	c0/51	e1/36	25/86 c	300	
ab87/68	ab76/76	c2/65	c0/67	c1/97	a32/1	0	

میزان محتوای رطوبت نسبی را کاهش داد و از طرفی دی اکسید کربن منجر به افزایش میانگین مقادیر صفت فوق شد. در سطوح شاهد دی اکسید کربن و شاهد شوری (700 پی پی ام دی اکسید کربن و شوری 0 میلی مولار) محتوای رطوبت نسبی 91 درصد بود. این در حالی است که در تنش 300 میلی مولار در دو سطح 700 و 1050 پی پی ام دی اکسید کربن به کمترین میزان خود به ترتیب برابر 75 و 71% رسید. با بررسی برهمکنش شوری و دی اکسید کربن در گیاه جو گزارش کرد در شرایط شاهد میزان RWC 97% بود ولی در بیشترین سطح شوری (240 میلی مولار) در دی اکسید کربن 350 پی پی ام (شاهد) به 85% رسید. این در حالی است که در همین سطح از شوری با افزایش گاز دی اکسید کربن تا 700 پی پی ام میزان RWC به 90% رسید.

نتایج نشان داد که اثرات ساده شوری و دی اکسید کربن بر شاخص کلروفیل به ترتیب در سطح احتمال 5 و 1 درصد معنی دار بود. اثر سطوح متفاوت شوری و دی اکسید کربن و برهمکنش شوری



ab84/96	b67/45	b3/24	b0/93	b2/30	31/23 a	150	1050
d71/01	ab77/81	b3/09	b1/06	c2/02	26/63 c	300	

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند، مطابق آزمون LSD ( $p < 0.05$ ) اختلاف معنی داری ندارند

منابع

1. Carter C.T., Grieve C.M., Poss J.A., and Suarez D.L. 2005. Production and ion uptake of *Celosia argentea* irrigated with saline wastewaters. *Scientia Horticulturae*, 106:381-394.
2. Ward, J.K., Tissue, D.T., Thomas, R.B., and Strain, B.R. 1999. Comparative responses of model C3 and C4 plants to drought in low and elevated CO<sub>2</sub>. *Global change Biology*. 5: 857-868.

#### Abstract

Today's, carbon dioxide enrichment in greenhouses can be used as a strategy to reduce production time, improve plant growth and increase quality. However, the increased concentration of carbon dioxide in the coming years, in order to study the effect of increasing carbon dioxide on some characteristics of *Gomphrena globosa* L. was conducted in greenhouse conditions. The experiment was split plot based on randomized complete design with 3 level carbon dioxide (350, 700 and 1050ppm) and 3 level salinity (0, 150 and 300 mM) with 3 replications that done in Faculty of Agriculture in Ferdowsi University of Mashhad. Results showed CO<sub>2</sub> enrichment and its interactions with salinity in none of the levels was no significant difference in electrolyte leakage. but effect of salinity was significant at 5% level. in relative water content Simple and interactive effects of salinity and carbon dioxide was significantly ( $0.01 > p$ ). salinity decreased relative water content (RWC) and CO<sub>2</sub> enrichment led to increase in RWC. Effect of different levels of salinity and carbon dioxide and interaction between of this treatments was significant at 1% level in chlorophyll a and total chlorophyll. Maximum values of total chlorophyll were 3.72 and 3.69 Respectively in 700 ppm CO<sub>2</sub> and 0 and 150 mM salinity.

**keywords:** carbon dioxide, chlorophyll a, total chlorophyll

Iran, Kerman  
2012