د کابل پوهنتون دطبیعي علومو علمي ـــ څېړنیزه مجله
مجـــله علـــمی- تحقیقی علـــوم طبیعی پوهنتون کابل
Journal of Natural Sciences – Kabul University
e-ISSN:3078-6665 P-ISSN:3078-5561

اثرات کاربن‌دای‌اکساید افزایش‌یافته بر رشد نهال‌های شالی

پوهنیار محمدصادق صالحی

دیپارتمنت خاک‌شناسی و آبیاری، پوهنځی علوم نباتی، پوهنتون ملی علوم زراعتی و تکنالوژی افغانستان، قندهار، افغانستان

ایمیل: salihimohammadsadiq38@gmail.com

چکیده

برنج از زمان‌های قدیم به‌حیث غذا توسط ملیت‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. کاربن‌دای‌اکساید یکی از عوامل محدودکننده‌ی فوتوسنتیز می‌باشد و افزایش آن می‌تواند نموی نهال‌های شالی را افزایش دهد. تحقیق حاضر برای این‌که اثرات کاربن‌دای‌اکساید افزایش یافته [Elevated CO_2 (eCO_2)] را بر نموی نهال‌های شالی بررسی نماید، صورت گرفته است. غلظت کاربن‌دای‌اکساید برای تریتمنت eCO_2 ۸۰۰-۶۰۰ مایکرو مول بر مول آماده گردید. برای تریتمنت [Ambient CO_2 (aCO_2)] غلظت کاربن‌دای‌اکساید ۴۱۰-۴۱۵ مایکرو مول بر مول در لابراتوار و برای کنترول شرایط مزرعه در نظر گرفته شده بود. نتایج نشان داد که طول، تعداد و سطح برگ در شرایط eCO_2 نسبت به کنترول به ترتیب ۹,۲۰٪، ۱۰,۲۸٪ و ۲۵,۶۷٪ افزایش یافتند. همچنان قد نهال و وزن خشک نهال هم تحت شرایط eCO_2 نسبت به کنترول به ترتیب ۱۸,۲۵٪ و ۳۴,۲۱ ٪ افزایش قابل ملاحظه‌یی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: برنج؛ کاربن‌دای‌اکساید؛ کاربن‌دای‌اکساید افزایش بافته؛ نمو؛ نهال‌های شالی

Effects of Elevated CO_2 on Rice Seedlings Growth

Mohammad Sadiq Salihi

Department of Soil Science and Irrigation, Faculty of Plant Sciences, Afghanistan National Agricultural Sciences and Technology University (ANASTU), Kandahar, Afghanistan
Email: salihimohammadsadiq38@gmail.com

Abstract

Rice has been used as staple food for people in various nations. As CO_2 is one of the limiting factors in photosynthesis, adding this gas can increase photosynthesis, increasing rice seedlings` growth. Concentration of eCO_2 treatment was 600 to 800 µmol $mol^{-1,}$ ambient CO_2 (aCO_2) was 410 µmol mol^{-1} to 415 µmol mol^{-1} and controlled at field conditions. The results demonstrated that the leaf properties of rice seedlings, for instance, leaf length, leaf number per plant, and leaf area, were increased by 9.20%, 10.28%, and 25.67%, respectively, in eCO_2 compared to control. Similarly, the general growth properties such as seedling length and seedling dry weight were increased by 18.25 and 34.21% respectively, under eCO_2 compared to the control.

Keywords: Atmospheric CO_2; Elevated CO_2; Growth; Rice; Rice Seedlings

ارجاع: صالحی، م. ص. (۱۴۰۳). اثرات کاربن‌دای‌اکساید افزایش‌یافته بر رشد نهال‌های شالی. *مجله علمی- تحقیقی علوم طبیعی پوهنتون کابل، ۷(٤)، ۸۹-۹۹*. https://doi.org/10.62810/jns.v7i4.70

مقدمه

شالی یک نبات یک‌ساله علوفه‌یی نیمه استوایی است که دارای ۲۲ نوع بوده و مربوط به جینس اورایزا می‌باشد (Khush, 1997).[1] دو نوع مهم شالی که برای مصرف انسان‌ها دارای اهمیت ویژه است، عبارت اند از اورایزا ساتیوا و اورایزا گلبریما (Khuš, 1997). طبق گزارش Muthayya و همکاران (۲۰۱۴) اورایزا ساتیوا نوع برنج است که غذای روزانه‌ی مردم جهان را از زمان‌های قدیم تشکیل می‌دهد. همچنان برنج یکی از نباتات مهم و منبع درجه یک تغذیه برای جمعیت قابل ملاحظه در کشورهای مختلف می‌باشد(Wang et al., 2011). در افغانستان نیز برنج از جمله نباتات عمده‌ی کشور بوده که بعد از گندم منحیث غذای اساسی مورد استفاده قرا ر می‌گیرد (MAIL, 2023). برنج همچنان در افغانسان یکی از نباتات استراتیژیک و از نگاه اهمیت غذایی ارزش به سزائی دارد (MAIL, 2023). از طرفی، بیش از نصف نفوس جهان از برنج همه روزه استفاده می‌کنند؛ در حالی‌که ۹۰ درصد تولید و مصرف برنج در کشورهای آسیایی صورت می‌گیرد(Jing et al., 2016). درحال حاضر بیشتر از ۶۰ فیصد نفوس جهان در کشورهای آسیایی بودوباش دارند (Khush, 2005).

درین اواخر نفوس کشورهای تولیدکننده و مصرف‌کننده‌ی برنج افزایش یافته است؛ لذا این یک امر ضروری است که تولیدات برنج افزایش یابد تا تقاضای جهانی به غذا را برآورده نماید. در حال حاضر نیاز است که تولیدات برنج ۴۰ در صد تا سال ۲۰۳۰ افزایش یابد. زیرا نفوس در کشورهای مختلف در حال افزایش است و منابع غذایی کاهش یافته و باعث شیوع سوءتغذی در کشورهای در حال توسعه گردیده است(Khush, 2005). از سوی دیگر، بر اساس پیش‌بینی‌ها در سال ۲۰۳۰ نفوس جهان به ۸,۵ ملیارد و در سال ۲۰۵۰ به ۹,۷ ملیارد خواهد رسید(Anonymous., 2019). لذا، افزایش تقاضای برنج در سال‌های آینده در نتیجه‌ی افزایش جمعیت و کمبود زمین‌های زراعتی ادامه خواهد یافت (Wang et al., 2011). در حال حاضر، تولیدات برنج در سطح جهان ۴۹۵,۸ ملیون تن می‌باشد(Shahbandeh, 2021). پیش‌بینی شده است که تقاضای برنج در سال ۲۰۵۰ به ۵۲۵ تن افزایش یابد که در نتیجه افزایش نفوس در بعضی از کشورهای آسیایی به وجود می‌آید(Abdullah & Adhana, 2006).

نفوس افغانستان نیز در سال‌های اخیر افزایش چشم‌گیری را نشان می‌دهد. لذا در افغانستان نیز تولیدات داخلی برنج تقاضای مردم را مرفوع نمی‌سازد (MAIL, 2023). طبق گزراش که توسط وزارت زراعت،

[1] Oryza
[2] Oryza sativa L
[3] Oryza glaberrima L

آبیاری و مالدار در ماه قوس ۱۴۰۲ نشرگریده بود، نشان داد که به مقدار ۴۰۰ هزار متریک تن برنج در داخل کشور تولید گردیده است؛ این در حالی است که در همین گزارش تقاضای کشور به برنج تقریباً ۶۸۸,۵ هزار متریک تن برآورد گردیده بود . لذا هنوز هم یک مقدار قابل ملاحظه‌یی برنج از کشورهای خارجی وارد می‌شود(MAIL, 2023) . اگر چه در سال ۱۴۰۲ شالی در ۱۶ ولایت افغاستان تحت کشت قرار گرفته بود و ساحه تحت کشت شالی حدود ۱۲۹ هزار هکتار گزارش گردیده است. این در حالی است که تولیدات شالی در سال ۱۴۰۲ به مقایسه سال ۱۴۰۱ افزایش ۰,۷ درصدی را نشان می‌دهد. همچنان ساحه‌ی تحت کشت شالی نیز طبق گزارش وزارت زراعت، آبیاری و مالداری در سال ۱۴۰۲ در مقایسه به سال قبلی افزایش ۰,۷ در صد افزایش یافته بود.

گرم شدن کره زمین یک پدیده اختلافی جدید است که در نتیجه افزایش سطح کاربن‌دای‌اکساید در اتموسفیر به‌وجود آمده است(Wang et al., 2011). عواملی که تولید برنج را در سال‌های اخیر متضرر نموده است، عبارت اند از درجه حرارت، کاربن‌دای‌اکساید، نور، آب و منرال‌های خاک می‌باشد (صالحی او حمیم۱۴۰۳؛ Patendol et al., 2015, Salihi et al., 2024). از جمله عوامل فوق مهم‌ترین عواملی که در سطح جهان روی تولیدات برنج اثر گذاشته است، عبارت اند از افزایش غلظت کاربن‌دای‌اکساید و درجه حرارت کره زمین است. مقدار کاربن‌دای‌اکساید در اتموسفیر در حال حاضر از هر زمانی بیشتر است و مقدار آن به ۴۲۲ مایکرو مول بر مول می‌رسد (Tanse & keeling, Long et al., 2004 2021). تحت همین شرایط، فزیولوژی و حاصل نباتات تغییر نموده و به صورت مثبت توسط کاربن‌دای‌اکساید تحت تأثیر قرار گرفته است. کاربن‌دای‌اکساید ترکیب ضیایی و مؤثریت استفاده از آب را در شالی افزایش داده است(Hasegawa,2013). عکس‌العمل بسیار مهم نباتات در مقابل افزایش غلظت کاربن‌دای‌اکساید در اتموسفیر، افزایش نمو وحاصل می‌باشد(Wohlfahrt et al., 2018). صالحی و همکاران (۲۰۲۳) گزارش نموده اند که کاشت نباتات تحت شرایط کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده، انکشاف نبات و ترکیب ضیایی را نسبت به شرایط عادی اتموسفیر بهتر نموده است. افزایش درجه حرارت و غلظت کاربن‌دای‌اکساید، مراحل نمویی شالی به خصوص تولید شاخه‌های فرعی و عمل‌کرد دانه که نسبت به مراحل دیگر حساس می‌باشد را تحت تأثیر قرار داده است(Liu et al ., 2011). صالحی و همکاران (۲۰۲۴) نیز گزارش نموده اند که پارامترهای نموی نهال‌های شالی تحت شرایط کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده افزایش یافتند. کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده برای ۳۳ روز قبل از گل‌دهی اجزای حاصل را ۳۰ در صد افزایش داده بود که شامل تعداد دانه و وزن

دانه می‌گردید. همچنان کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده بعد از گل‌دهی نیز اجزای حاصل را ۱۰ در صد افزایش داده بود که شامل وزن دانه و در صد دانه می‌گردید (Yoshida, 1973).

افزایش غلظت کاربن‌دای‌اکساید روی نموی نباتات اثرات مناسب و خاصی گزاشته است (Maity et al., 2019). برای مثال eCO_2 به صورت دراماتیک قد نبات را در شالی از ۷۶,۹ سانتی متر به ۸۱,۷ سانتی متر نسبت به کاربن‌دای‌اکساید عادی در اتموسفیر افزایش داد(Maity et al. 2019). کاربن‌دای‌اکساید ترکیب ضیایی را در شالی افزایش داده است(Raj et al., 2019) . افزایش درجه حرارت و غلظت کاربن‌دای‌اکساید مراحل نمویی برنج، به خصوص تولید شاخه‌های فرعی که نسبت به مراحل دیگر حساس می‌باشد را تحت تأثیر قرار داده است(Raj et al., 2019) . همچنان وزن خشک شالی تحت شرایط کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده و حرارت افزایش یافت (Maity et al. 2019). قد نبات شالی تحت شرایط کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده در مقایسه با شرایط عادی کاربن‌دای‌اکساید نیز افزایش یافت (Maity et al. 2019). همچنان وزن خشک بخش هوایی شالی تحت غلظت بلند کاربن‌دای‌اکساید ۱۰ در صد افزایش یافت (Sakai et al., 2001). وزن خشک ریشه و تعداد شاخچه‌های فرعی شالی تحت غلظت بلند کاربن‌دای‌اکساید در مقایسه به شرایط عادی کاربن‌دای‌اکساید اتموسفیر افزایش چشم‌گیری را نشان داد (Costa et al., 2003). همچنان کتله‌ی بخش‌های هوایی شالی نیز تحت کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده، افزایش ۳۰ درصدی را نشان داد (Xu et al., 2006). همچنان سنیویرا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش داده است که غلظت بلند کاربن‌دای‌اکساید تعداد شاخچه‌های فرعی را در شالی تا ۵۰ درصد افزایش می‌دهد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از گزارش‌های تحقیقات قبلی، فرضیه‌یی طرح گردید که کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده پرورش نهال‌های شالی را تحت تأثیر مثبت خویش قرار خواهد داد و نموی نهال‌های شالی را افزایش خواهد داد. مطالعات قبلی روی اثرات کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده بر پرورش نهال‌های شالی بسیار محدود می‌باشد؛ لذا تحقیق حاضر طرح گردید تا اثرات کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده را بر نموی نهال‌های شالی را در ماه اول رشد بررسی نماید. کاربن‌دای‌اکساید یکی از عوامل عمده‌ی محدودکننده‌ی ترکیب ضیایی می‌باشد. لذا ازدیاد غلظت کاربن‌دای‌اکساید سرعت عملیه‌ی کاربوکسیلیشن در ترکیب ضیایی را افزایش می‌دهد. این تحقیق یک روش جدید را مد نظر گرفته است که در آن نهال‌های شالی تنها در مراحل اول نمویی توسط کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده با غلظت بالا پرورش می‌یابد. قبل از این‌که به ساحه‌ی اصلی در مزرعه انتقال یابند، به جای این‌که در تمام مراحل نمویی شالی تحت کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده تولید شود. هدف مشخص این تحقیق این است که

چگونگی پرورش نهال‌های شالی را تحت کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده قبل از انتقال به ساحه‌ی اصلی برای ورایتی‌های MR219 و Sri Malaysai 1 شالی تحت بررسی قرار دهد.

روش تحقیق

این تحقیق در لابراتوار فزیولوژی دیپارتمنت علوم نباتی فاکولته زراعت یونیورسیتی پوترا مالیشیا واقع در آیالت سلانگور مالیزیا صورت گرفته است. تحقیق طبق طرح نیستید انجام شد که دارای سه تریتمنت یعنی از eCO_2 با غلظت کاربن‌دای‌اکساید ۸۰۰-۶۰۰ مایکرو مول بر مول، aCO_2 ۴۱۵-۴۱۰ مایکرو مول بر مول غلظت کاربن‌دای‌اکساید و کنترول نیز ۴۱۵-۴۱۰ مایکرو مول بر مول بودند. نهال‌های شالی در تریتمنت‌های eCO_2 و aCO_2 در لابراتوار تحت شرایط لابراتواری و نور LED و کنترول در فارم تحقیقاتی شماره ۱۵ فاکولته زراعت پوهنتون پوترا مالیشیا پرورش یافتند. در تحقیق متذکره ۱۵ تکرار برای هر ورایتی و تریتمنت در نظر گرفته شده بود. بذرهای شالی در گیلاس‌های کوچک؛ ۴ بذر در یک گیلاس که مملو از خاک مزرعه بود، کاشته و برای چهار هفته پرورش یافتند. نهال‌های شالی تریتمنت‌های eCO_2 و aCO_2 در لابراتوار توسط ده عدد چراغ‌های مخصوص LED بود، پرورش یافتند؛ طوری‌که فاصله نهال‌ها و منبع نور بین ۳۰ الی ۵۰ سانتی متر می‌رسید. نباتات روزانه ۱۲ ساعت از ساعت هفت صبح الی هفت شب نور دریافت می‌نمودند.

منبع کاربن‌دای‌اکساید در تحقیق از عملیه تخمر خمیر مایه و محلول آب و شکر به دست آمد. ۵۰۰ گرام شکر در ۲ لیتر آب محلول گردید بعد ۱۰ گرام خمیرمایه در محلول اضافه شد. محلول فوق کاربن‌دای‌اکساید با غلظت ۸۰۰-۶۰۰ مایکرو مول بر مول را برای یک هفته برای نباتات تولید می‌شد، در جریان تحقیق مقدار کاربن‌دای‌اکساید، رطوبت و درجه حرارت به طور دوامدار توسط (OEM, CO_2 meter (TEMP/RH, data logger, Chin ثبت و بررسی گردید.

بعد از ۴ هفته زمانی‌که در نهال‌های شالی برگ شماره پنجم انکشاف نمود را تولید نمودند و برای انتقال به ساحه‌ی اصلی آماده شدند، اقدام به جمع‌آوری ارقام صورت گرفت. طول برگ انکشاف‌یافته شماره پنج توسط خط‌کش از نوک الی انتهای برگ باری همه تریتمنت‌ها به صورت جداگانه اندازه و در ورق ارقام ثبت گردید. همچنان تعداد برگ بر هر نهال شالی نیز به تفکیک تمام تریتمنت‌ها و ورایت‌های شامل در تحقیق شمارش شده و در ورق ثبت ارقام ثبت شد. بعد همان برگ انکشاف یافته شماره پنج

---

[4] Universiti Putra Malaysia
[5] Nested
[6] *Saccharomyces cerevisiae*

از نبات قطع گردید و روی سطح هموار قرار داده شده و عکس توسط موبایل از آن گرفته شد. در نهایت عکس‌های گرفته شده‌ی نباتات برای همه تریتمنت‌های و ورایتی‌های شامل در تحقیق به صورت جداگانه و به ترتیب در کمپیوتر انتقال داده شده و توسط نرم افزار Image J (Version 1.52 v) سطح برگ محاسبه گردیده ودر برگه‌ی ارقام ثبت گردید.

همچنان قد نهال‌های شالی از سطح خاک الی نوک برگ شماره پنج انکشاف‌یافته هم توسط خط‌کش اندازه و در ورق ثبت ارقام ثبت گردید. بعداً نباتات از خاک بیرون آورده شده و ریشه‌های آن‌ها بعد از شستشو با آب، در داش برای ۲۴ ساعت در درجه حرارت ۵۰ درجه سانتی گراد خشک گردیدند. در نهایت وزن خشک نهال‌های شالی توسط ترازوی حساس لابراتواری[۷] برای تمامی ورایتی‌ها و تریتمنت‌های شامل در تحقیق به صورت جداگانه وزن و در ورق ارقام ثبت گردید.

ارقام جمع‌آوری شده بعد از تصحیح، طبقه‌بندی، اصلاح و تنظیم در برنامه مایکروسافت اکسیل ترتیب گردید. بعداً جدول ترتیب یافته در نرم‌افزار ساس[۸] پروسیس و تحلیل انووا[۹] برای طرح نیستید بر آن‌ها صورت گرفت. باالاخره روی نتاج به دست آمده تیست لیست سگنیفیکنت دیفرینس[۱۰] صورت گرفت تا اوسط‌ها را در سطح اطمینان $p<0.05$ مقایسه نماید. بعداً نتایج به دست آمده در برنامه مایکروسافت اکسیل پروسیس گردیده و گراف‌های مناسب ترتیب و در بخش یافته‌های مقاله جابجا گردید.

یافته‌ها

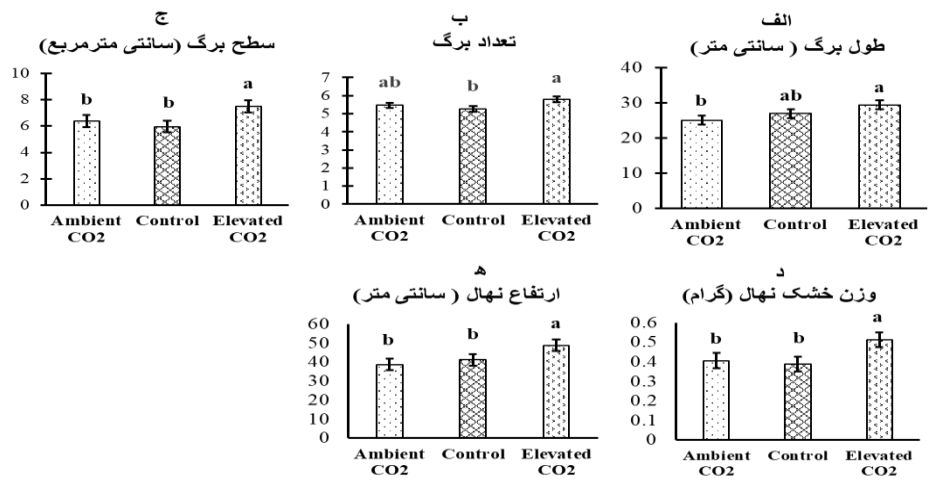
بعد از تحلیل ارقام برای طول برگ نهال‌های شالی در یافت گردید که در تریتمنت‌های کاربن‌دای‌اکساید استفاده گردیده بود، دارای تفاوت قابل ملاحظه‌یی نسبت به کنترول بودند. نتایج به دست آمده نشان داد که طول برگ در تریتمنت eCO_2 (۲۹,۴ سانتی متر) در تریتمنت aCO_2 (۲۵ سانتی متر) و در کنترول (۲۶,۹۳ سانتی متر) بود که بلندترین طول برگ را تریتمنت eCO_2 به خود اختصاص داده بود (شکل ۱). سطح برگ نیز در تریتمنت eCO_2 نسبت به کنترول دارای بیشترین سطح برگ (۷,۴۹ سانتی متر مربع) ثبت گردید این در حالی بود که سطح برگ در تریتمنت aCO_2 (۶,۳۹ سانتی متر مربع) و برای کنترول (۵,۹۶ سانتی متر مربع) به دست آمد و در بین تریتمنت aCO_2 و کنترول تفاوت معناداری مشاهده نگردید (شکل ۱). همچنان تعداد برگ در نهال‌های شالی برای تریتمنت eCO_2 بلندترین رقم را به خود اختصاص داد (۵,۹۷ برگ بر نهال) که در مقایسه با بقیه تریتمنت‌ها تفاوت معناداری داشت.

---

[7] Electronic weighing scale
[8] Statistical Analysis Software, Version 9.4
[9] ANOVA
[1] least significant difference Post-hoc

در حالی‌که برای تریتمنت aCO_2 (۵,۴۶ برگ بر نهال) و برای کنترول (۵,۲۵ برگ بر نهال) ثبت گردید، و هیچ نوع تفاوت معنادار بین تریتمنت‌های aCO_2 و کنترول مشاهده نگردید (شکل ۱).

بر علاوه، قد نبات نیز بلندترین رقم اوسط را در تریتمنت eCO_2 برای خود اختصاص داد. یعنی ۴۸,۷۲ سانتی متر و به تعقیب آن کنترول با ۴۱,۲۰ سانتی متر و تریتمنت aCO_2 با قد ۳۸,۷۵ سانتی متر به ترتیب ثبت گردید. اگر چه در بین eCO_2 و aCO_2 هیچ تفاوت معنادار احصایوی به دست نیامد. وزن خشک نهال‌های شالی نیز تحت تریتمنت eCO_2 بلندترین رقم (۰,۵۱ گرام) و تفاوت معناداری به بقیه تریتمنت‌ها را به خود اختصاص داد. در حالی‌که در تریتمنت aCO_2 وزن خشک نهالی شالی (۰,۴۰ گرام) و کنترول (۰,۳۸گرام) را دارا بود که کدام تفاوت چشم‌گیر احصایوی بین aCO_2 و کنترول به دست نیامد (شکل۱).



شکل ۱.الف: طول برگ (سانتی متر) ب: تعداد برگ ج: سطح برگ (سانتی متر مربع) د: وزن خشک نهال(گرام) ه : ارتفاع نهال (سانتی متر) نهالهای ورایتی های MR219 و Sri Malaysia1. ارقام ۲۸ روز بعد از تطبیق تریتمنت جمع آوری گردیده است. ارقام اوسط (± SD) Standard deviation ۴ تکرار برای سه نهال (n=12) میباشد.

بحث و مناقشه

افزایش در طول برگ نهال‌های شالی شاید اثر ازدیاد تعداد حجرات و افزایش طول حجرات تحت شرایط کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده بوده باشد، چنانچه تستسومی و همکاران(۲۰۱۴) نیز به نتایج مشابه دست یافته بودند. به همین ترتیب، لی و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش دادند که تریتمنت مؤقتی کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده باعث افزایش معنادار طول برگ شماره ۷ در نهال‌های شالی می‌شود. تحت شرایط کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده سطح برگ افزایش معنادار را نشان داد که تریتمنت eCO_2 باعث افزایش سرعت تقسیمات حجروی و افزایش طول حجرات در برگ گردیده، در نتیجه سطح

برگ نهال‌های شالی افزایش یافت. گزارش مشابه توسط وانگ و همکاران (۲۰۱۷) ارایه گردید که تریتمنت کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده، سطح برگ را ۸ در صد افزایش داده بود. افزایش تعداد برگ در نهال‌های شالی نیز سبب ازدیاد سرعت نموی نبات می‌گردد که توسط طول برگ بزرگ تحت شرایط کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده نسبت به کنترول مهیا گردیده بود. افزایش در قد نبات که در تحقیق حاضر بدست آمده است، با تنایج بدست آمده از تحقیق ابزر و همکاران(۲۰۱۷) در مشابهت کامل قرار گرفته است که قد نهال‌های شالی در شرایط کاربن‌دای‌کساید افزوده‌شده نسبت به تریتمنت aCO_2بلندتر بوده است. اگر چه لامچینی و همکارن (۲۰۱۹) گزارش داده اند که قد نهال‌های شالی تحت اندازه‌های مختلف کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده تفاوت معناداری نداشته است. افزایش وزن خشک نهال‌های شالی تحت شرایط کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده نیز سبب افزایش سرعت ترکیب ضیایی و در نتیجه افزایش نموی نهال‌های شالی می‌گردد که باعث افزایش حاصل علوفه‌یی این نبات نیز می‌شود.

نتیجه‌گیری

تنایج تحقیق نشان داد که تریتمنت Elevated CO_2 (eCO_2) در جریان نموی اولیه نهال‌های شالی اثر معناداری روی اکثر پارامترهای نمویی هردو ورایتی شالی شامل در تحقیق گذاشته است. نهال‌های شالی که در شرایط eCO_2 پرورش یافته بودند، در مقایسه با کنترول شاخص‌های برگ در آن انکشاف یافت؛ مانند تعداد برگ و سطح برگ. همچنان قد و وزن خشک نهال‌های شالی در شرایط eCO_2 نسبت به کنترول افزایش معناداری را نشان داد. لذا نموی نهال‌های شالی برای هر دو ورایتی شامل در تحقیق به صورت مثبت تحت تأثیر تریتمنت eCO_2 در مقایسه با کنترول قرار گرفت و افزایش را نشان داد. تریتمنت eCO_2 نهال‌های شالی طول برگ، سطح برگ و تعداد برگ را به ترتیب ۹,۲۰ درصد، ۲۵,۶۷ درصد و ۱۰,۲۸درصد افزایش داد. همچنان قد نهال‌های شالی ۱۸,۲۵درصد و وزن خشک آن ۳۴,۲۱ درصد افزایش یافت. به اساس نتایج به دست آمده‌ی فوق می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تریتمنت eCO_2 می‌تواند نهال‌های قوی‌شده شالی را تولید نماید. همچنان قابل یادآوری است که این تریتمنت باعث کوتاه شدن مدت پرورش نهال‌های شالی در قوریه شده که در نتیجه نهال‌ها برای انتقال به مزرعه و ساحه اصلی زودتر آماده می‌شوند. لذا، پیشنهاد می‌شود که تحقیق‌های آینده روی اثرات کاربن‌دای‌اکساید افزوده‌شده برای پرورش نهال‌های شالی در قوریه و در شرایط مزرعه و ساحه اصلی متمرکز گردد تا میزان غلظت دقیق، مناسب و حد اقل برای پرورش نهال‌های شالی بدست آید.

منابع

صالحی، م. ص.؛ حمیم، ح. (۱۴۰۳). د وریجو پر ودې او حاصل باندی د اقلیم د بدلون اغیزې. *علم او فن علمی څیړنیزه مجله*. ۲(۶۲)، ۷۳-۸۱.

Abdullah, A. B., S. Ito, and K. Adhana. (2006). Estimate of rice consumption in Asian countries and the world towards 2050. *Proc. Work. Conf. Rice World Stake.*, *2(3)*, 28–43. http://worldfood2.apionet.or.jp/alias.

Abzar, A., M. Nizam, M. Said, W. Juliana, Ahmad, W. Mohtar, and W. Yusoff. (2017). Elevated CO_2 concentration enhances germination, seedling growth, and vigour of rice. *Ecol. Environ. Conserv.*, *23*(10), 41–45. https://www.researchgate.net/

Anonymous. (2019). United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects 2019: Highlights. ST/ESA/SER.A/423.https://www.un.org/development/desa/pd/content/world-population-prospects-2019-data-booklet

De Costa, W. A. J. M., Weerakoon, W. M. W., Herath, H. M. L. K., & Abeywardena, R. M. I. (2003). Response of growth and yield of rice (*Oryza sativa*) to elevated atmospheric carbon dioxide in the subhumid zone of Sri Lanka. *Journal of Agronomy & Crop Science, 189(2), 83–95*. https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2003.00013.x

Hasegawa, T., H. Sakai, T. Tokida, H. Nakamura, C. Zhu, Y. Usui, M. Yoshimoto, M. Fukuka, H. Wakatsuki, N. Katayanagi, T. Matsunami, Y. Kanita, T. Sato, F. Takaki, R. Sameshima, and, A. Makino. (2013). Rice cultivar responses to elevated CO_2 at two free-air CO_2 . *Funct. Plant Biol.*, *40*(53), 148–159. http://dx.doi.org/10.1071/FP12357

Jing, L. Q., Y. Wu, Z. Zhaung, S.T. Wang, Y. X. Zhu, J.G. Wang, Y.L. Yang. (2016). Effects of CO_2 enrichment and spikelet removal on rice quality under open-air field conditions. *J. of Integr. Agric.*, *15*(9): 2012–2022. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61245-X

Khush, G. S. (1997). Origin, dispersal, cultivation, and variation of rice. *Plant. Molc. Biol.*, *35*(1–2), 25–34. https://doi.org/10.1007/978-94-011-5794-0_3

Khush, G. S. (2005). What it will take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030. *Plant. Mol. Biology.*, 59(1), (1–6). https://doi.org/10.1007/s11103-005-2159-5

Lamichaney, A., D. Kumar, P. Biswal, V. Kumar, N. Pratap, K. Krishna, D. Kumar, P. Biswal, V. Kumar, N. Pratap, and K. Krishna. (2019). Elevated atmospheric carbon–dioxide affects the seed vigour of rice (*Oryza sativa* L.). *Environ. Exp. Bot.*, *157*(3), 171–176. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.10.011

Li, J. Y., X. H. Liu, Q. S. Cai, H. Gu, S. S. Zhang, Y. Y. Wu, and C. J. Wang. (2008). Effects of elevated CO_2 on growth, carbon assimilation, photosynthate accumulation, and related enzymes in rice leaves during the sink-source

transition. *J. Integr. Plant Biol.*, *50*(6), 723–732. https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2008.00666.x

Liu, S., M. A. Waqas, S. H. Wang, X. Y. Xiong, and Y. F. Wan. (2017). Effects of increased levels of atmospheric CO_2 and high temperatures on rice growth and quality. *PLoS ONE*, *12*(11), 1–15. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187724

Long, S. P., E. A. Ainsworth, A. Rogers, and D. R. Ort. (2004). Rising atmospheric carbon dioxide: Plants FACE the future. *Annu. Rev.of Plant Biol.*, *55*(1), 591–628. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.55.031903.141610

Maity, P. P., Chakrabarti, B., Bhatia, A., & Purakayastha, T. (2019). Effect of elevated CO2 and temperature on spikelet sterility in rice. *Current Advances in Agricultural Sciences, 11(1), 34*. https://doi.org/10.5958/2394-4471.2019.00005.4

Ministry of Agriculture Irrigation and livestock (MAIL), rice production report, November (2023). mail.gov.af/sites/default/files/2023-12/ گزارش تولید برنج ســـال ۱۴۰۲.pdf

Muthayya, S., J. D. Sugimoto, S. Montgomery, and G. F. Maberly. (2014). An overview of global rice production, supply, trade, and consumption. *Ann. N. Y. Acad.Sci.*, *1324*(1), 7–14. https://doi.org/10.1111/nyas.12540

Patindol, J. A., T. J. Siebenmorgen, and Y. Wang. (2015). Impact of environmental factors on rice starch structure: A review. *J. Starch*, *67*(1–2), 42–54. https://doi.org/10.1002/star.201400174

Raj, A., Chakrabarti, B., Pathak, H., Singh, S. D., Mina, U., & Purakayastha, T. J. (2019). Growth, yield, and nitrogen uptake in rice crops grown under elevated carbon dioxide and different doses of nitrogen fertilizer. *Indian Journal of Experimental Biology, 57(3), 181–187.* cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20193218959

Sakai, H., Yagi, K., Kobayashi, K., & Kawashima, S. (2001). Rice carbon balance under elevated CO_2. New Phytologist, 150 (1992), 241–249. https://doi.org/ 10.1046/j.1469-8137.2001.00105.x

Salihi, M. S. (2024). Effects of Elevated CO_2 on Rice Seedling Establishment of MR219 and Sri Malayisa 1 Varieties.*Pakistan Journal of Botany, 56(3), 1–6. DOI: http://dx.doi.org/10.30848/PJB2024-3(5)*

Salihi, M. S., Fazli, E., & Baray, S. M. (2024). Climate-smart Rice Production: A Review. *Nangarhar University International Journal of Biosciences, Special issue, 139–142*.https://nuijb.nu.edu.af/index.php/nuijb/article/view/186/126

Salihi, M. S., M.S., A.-H., & and Jusoh M. et al. (2023). The Impacts of Carbon Dioxide (CO2) Enrichment on Rice (*Oryza sativa* L.) Production: A Review. *Pakistan Journal of Botany, 3(15).* https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30848/PJB2023-3(15)

SAS Institute Inc.2016.SAS ® 9.4 Language Reference: Concepts, Sixth Edition. Cary, NC: SAS Institute. Inc. SAS Help Center: SAS 9.4 Language Reference: Concepts, Sixth Edition

Seneweera, S. (2011). Effects of elevated CO2 on plant growth and nutrient partitioning of rice (*Oryza sativa* L.) at rapid tillering and physiological maturity. *Journal of Plant Interactions, 6(1), 35–42*. https://doi.org/10.1080/17429145.2010.513483

Shahbandeh, M. (23 April 2021). Rice statistics and facts. *Statista*. https://www.statista.com/topics/1443/rice/

Tans. P, and R. Keeling. (5 Aug 2021). Monthly average Mauna Loa CO_2 . *Global Monitoring Laboratories.* https:// wwwNoaa.gov/ccgg/trends/) & https://www.scrippsco2.ucsd.edu/).

Tsutsumi, K., M. Konno, S. I. Miyazawa, and M. Miyao. (2014). Sites of action of elevated CO_2 on leaf development in rice: Discrimination between the effects of elevated CO_2 and nitrogen deficiency. *Plant.Cell. Physio*., 55(2), 258–268. https://doi.org/10.1093/pcp/pcu006

Wang, J., C. Wang, N. Chen, Z. Xiong, D. Wolfe, and J. Zou. (2015). Response of rice production to elevated [CO_2] and its interaction with rising temperature or nitrogen supply: a meta-analysis. *Clim. Change.*, *130*(4), 529–543. https://doi.org/10.1007/s10584-015-1374-6

Wang, Y., M. Frei, Q. Song, and L. Yang. (2011). The impact of atmospheric CO_2 concentration enrichment on rice quality – A research review. *Acta Ecol. Sin.*, *31*(6),277–282. https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2011.09.006

Wohlfahrt, Y., J. P. Smith, S. Tittmann, B. Honermeier, and M. Stoll. (2018). Primary productivity and physiological responses of *Vitis vinifera* L. CVS. under free-air carbon dioxide enrichment (FACE). *Eur. J. Agron.*, *101*(2), 149–162. https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.09.005

Yoshida, S., (1973). Effects of CO_2 enrichment at different stages of panicle development on yield components and yield of rice (*Oryza sativa* L.). *Soil Sci.Plant Nutr.*, *19*(4), 311–316. https://doi.org/10.1080/00380768.1973.10432600