Archive of SID

نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی
دوره دوم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، (ص ۶۹-۹۰)

بهبود شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل رز رقم (Bordeaux) با کاربرد اسید هیومیک و قارچ میکوریزا سویه (*Glomus etunicatum*) و (*Piriformospora indica*)

موسی رسولی[1*]، سحر میرزایی[2]، کورش فرهادی[3]، مهدی قبولی[4]

۱- نویسنده مسئول و دانشیار گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
mousarasouli@gmail.com
۲- استادیار پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران.
sahar_mirzaei81@yahoo.com
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
kourosh.farhadi2020@gmail.com
۴- استادیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران. mehdi.ghabooli@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۵

چکیده

امروزه تولید گل شاخه بریده و گیاهان زینتی از اهمیت بالایی در جهان برخوردار است. گل رز با اختصاص بیش از یک سوم از تولید گل‌های شاخه بریده، مهمترین گل شاخه بریده جهان محسوب می شود. تغذیه متعادل یکی از مهمترین عواملی است که کمیت و کیفیت گل رز را تحت تاثیر قرار می دهد. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تاثیر اسید هیومیک، قارچ میکوریزا (*Glomus etunicatum*) و قارچ اندوفیت (*Piriformospora indica*) روی برخی از صفات گل رز رقم مشکی (*Rosa hybrida* cv. 'Bordeaux') در شرایط کشت بدون خاک گلخانه‌ای انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۱۲ تیمار مستقل و سه تکرار طراحی گردید. به طور کلی، تیمار اول شامل محلول پاشی اسید هیومیک در غلظت ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ mg/L، تیمار دوم شامل محلول پاشی اسید هیومیک در غلظت ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ mg/L+ ۵۰ گرم قارچ میکوریزا (*Glomus etunicatum*) به‌صورت تلقیح با محیط ریشه، تیمار سوم شامل قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا(*Piriformospora indica*) به‌صورت تلقیح با محیط ریشه، در پنج سطح شامل: عصاره اسپور (Potato Dextrose: PD)، میسیلیوم(PD)، میسیلیوم (Multiple:Mp)، عصاره محیط کشت (Mp)، عصاره محیط کشت (PD) و تیمار شاهد، در ۳ تکرار بودند. صفات ارتفاع شاخه، طول و قطر جام‌گل، عمر گلجای، سطح برگ، عملکرد، محتوای نسبی آب، فعالیت آنزیم کاتالاز و پروکسیداز، میزان کلروفیل (a, b) و آنتوسیانین اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان صفات ارتفاع شاخه (۶۴/۷۰cm)، قطر جام گل(۶/۱۷ cm)، عمر گلجایی (۲۲/۱۱ روز)، کلرفیل b (mg/ gFW) ۳/۰۵) و آنتوسیانین (۰/۹۳ µg/ gFW) و نیز کمترین میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز(µmol/ mg min۱۶/۷۲) و پروکسیداز (۶/ µmol/ mg min) در اثر تیمار اسید هومیک ۳۰۰mg/L + قارچ میکوریزا ۵۰ میلی گرم حاصل شد. همچنین در اثر تیمار اسید هیومیک ۳۰۰mg/L بیشترین میزان کلرفیل a (mg/ g FW ۳/۸۵) به‌دست آمد. بیشترین میزان طول جام گل(۶/۶۸ cm)، محتوای نسبی آب (۰/۶۷ ٪)، سطح برگ (۲۹۱۱/۵ mm^2) و عملکرد (۱۷/۰۲ تعداد گل) نیز در اثر تیمار قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا (عصاره اسپور) به دست آمد.

کلمات کلیدی: اسید هیومیک، تغذیه، قارچ میکوریزا، قارچ اندوفیت، گل رز

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گل رز (*Rosa hybrida* L.) گیاهی از خانواده (Rosaceae) و بومی‌مناطق گوناگون نیمکره شمالی می‌باشد (Anderson, 2006). امروزه کشت گل رز، به‌عنوان یک گل شاخه‌بریده، در بسترهای بدون خاک (شامل پرلیت، پوکه معدنی، کوکوپیت و مخلوطی از آنها)، انجام می‌شود (تولائی، ۱۳۸۰).

تغذیه مناسب در کشت و کار تمامی‌گیاهان از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. گل رز به مواد غذایی زیادی نیاز دارد تا به کیفیت و گلدهی مطلوب برسد (خوشخوی و همکاران، ۱۳۹۱). مشکل اصلی بعضی عناصر، جذب آنها توسط گیاه نبوده، بلکه مهم انتقال آنها در داخل گیاه می‌باشد (Marschner, 2005). لذا دستیابی به عملکرد بالاتر همراه با کیفیت و کمیت محصول با کودهای بیولوژیک و استفاده از قارچ‌های همزیست میسر می‌شود (Burchi *et al*., 2010). برای مثال تغذیه برگی در مرحله قبل از برداشت، ماندگاری در گل رز را افزایش می‌دهد (Michalczuk *et al*., 2010). با تجزیه هوموس، ماده سیاه رنگ مایل به قهوه‌ای به نام هیومیک اسید تشکیل می‌شود (Nikbakht *et al*., 2008). مواد هیومیکی دارای طیف وسیعی از ترکیبات آلی و معدنی گوناگون نظیر اسیدهای آمینه، پپتیدها، فنول‌ها، آلدییدها، اسیدهای نوکلوییک و پیوند با انواع کاتیون‌ها می‌باشد که قابل قیاس با ترکیبات دیگر نیست (Soleimani *et al*., 2012). اسید هیومیک به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به رهاسازی و برداشت بهتر عناصر کمک می‌کند (Eyheraguibel *et al*., 2008) و علاوه بر اینکه خود ذخیره مناسبی از میکروالمنت‌ها را در بر دارد، به آزادسازی و جذب بهتر عناصر تثبیت‌شده نیز کمک می‌کند (Karakurt *et al*., 2009).

میکوریزها شامل انواع مختلف آربوسکولار، اکتومیکوریزا، اکتندومیکوریزا، اریکوئید، آربوتوئید، مونوتروپوئید و ارکید میکوریزا می‌باشند (Wang and Qiu, 2006). قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار به‌دلیل اینکه می‌توانند ٤ تا ٢٠ درصد کربن تثبیت شده توسط گیاهان را مصرف کنند، به‌عنوان مهمترین تنظیم‌کننده‌های جریان کربن از گیاهان به خاک، به شمار می‌آیند (Zhu and Miller, 2003). زیست توده حاصل از هیف‌های این قارچ‌ها، ٥٤ تا ٩٠٠ کیلوگرم در هکتار است (Lovelock et al., 2004). نقش قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار در افزایش توانایی گیاهان میزبان در جذب عناصر غذایی از مهمترین اثرات آنها می‌باشد (Cardoso and Kuyper, 2006). قارچ اندوفیت پیریفورموسپورا ایندیکا[1] در سال ۱۹۹۸ از خاک‌ریزوسفری گیاهان خشکی پسند جداسازی شد (Varma *et al*., 1998). اهمیت برقراری ارتباط همزیستی قارچ *P. indica* با گیاهان مختلف در تحریک رشد گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد آن و نیز افزایش توان تحمل گیاه به تنش‌های شوری، خشکی و عوامل بیماریزای ریشه و برگ نیز گزارش شده است (Rai and Varma, 2005; Qiang *et al*., 2011). همچنین *P. indica* سبب بهبود رشد و تولید بیومس در انواع مختلف گیاهان علفی، درختان وگونه‌های بوته‌ای می‌شود. اثر این قارچ در افزایش رشد گیاه برنج وگیاهان لگومینوز شامل نخود، عدس و سویا نیز به اثبات رسیده است (Varma *et al*., 2004).

در کشور ما، تا چند سال گذشته تنها به استفاده از عناصری چون ازت، فسفر، پتاسیم، آهن، منیزیم توجه می‌شد و با استفاده بی‌رویه از این عناصر و غفلت کردن از دیگر عناصر نتوانستیم به عملکرد بالا در گیاهان دست‌یابی

[1]-*Piriformospora indica*

www.SID.ir

Archive of SID

داشته باشیم. عناصری که زیاد مصرف می‌شوند به‌خصوص عناصر کم تحرک، سریع‌تر از دسترس گیاه خارج شده و تثبیت می‌شوند و در مناطقی که گیاه بیشتر دچار تنش خشکی و یا شوری می‌شود با وجود استفاده از عناصر موردنیاز، گیاه قادر به جذب عناصر به مقدار مورد نیاز خود نیست. استفاده از مواد هیومیکی مانند اسید هیومیک و اسید فولیک که شامل طیف وسیعی از ترکیبات آلی و معدنی گوناگون نظیر اسیدهای آمینه، پپتیدها، فنول‌ها، آلدئیدها و اسیدهای نوکلئیک پیوند شده با انواع کاتیون ها می‌باشند، در بسترهای کشت و محلول‌های غذایی، نقش مؤثری در بهبود رشد و نمو و افزایش عملکرد، عمر پس از برداشت و همچنین بالا بردن کیفیت در گل‌های شاخه‌بریده می‌شود. لذا این تحقیق در راستای بررسی تأثیر اسید هیومیک، قارچ میکوریزا و قارچ اندوفیت پریفورموسپورا ایندیکا بر روی بهبود شاخص‌های فیزولوژیکی و مورفولوژیکی در گل رز رقم مشکی (Bordeaux) صورت گرفت.

مواد و روشها

این تحقیق در شرایط گلخانه‌ای روی گل رز (*Rosa hybrida* L.) از خانواده (Rosaceae) رقم مشکی (Bordeaux) انجام شد. نشاءهای گل از کشور هلند تهیه و پس از گذشت شش ماه از کشت نشاءها در گلخانه، تیمارها روی این رقم اعمال شد. این آزمایش به‌صورت طرح کاملا تصادفی، با تیمارهای مستقل از هم، اجرا شد. تیمار اول شامل اسید هیومیک ۳۰۰mg/L، ۶۰۰، ۹۰۰، تیمار دوم شامل ۵۰ گرم قارچ میکوریزا (*Glomus etunicatum*) + اسید هیومیک۳۰۰mg/L، ۶۰۰، ۹۰۰ و تیمار سوم شامل قارچ اندوفیت *Piriformospora indica* در پنج سطح شامل عصاره اسپورPD، عصاره محیط کشت PD، عصاره محیط کشت Mp، میسیلیوم PD، میسیلیوم Mp و شاهد، در ۳ تکرار با محیط کشت بدون خاک (بستر کشت متشکل از کوکوپیت و پرلیت) و استفاده از محلول غذایی هوگلند[2]، در گلخانه به اجرا درآمد.

شاخص‌های مورفولوژیکی

صفات مورفولوژیکی مورد ارزیابی شامل ارتفاع شاخه، طول جام گل، قطر جام گل، سطح برگ، عملکرد و عمر گلجای شاخه‌های بریده، طبق جدول (۱) اندازه‌گیری شدند

[2]-Hoagland Nutrient Solution

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱. اندازه‌گیری شاخص‌های مورفولوژیکی رز شاخه بریده رقم مشکی (Bordeaux)

Table 1. Measuring the morphological parameters of black rose cut flower (Bordeaux)

No.	Measured parameters	Unit	Measuring tool	Measuring method
1	Stem height	cm	Ruler	Mean height of some stems
2	Length of corolla	cm	Digital caliper	Mean length of some corollas
3	Diameter of corolla	cm	Digital caliper	Mean diameter of some corollas
4	Vase life	Days	Counting number of days	Days after harvest untill the flwers quality is not lost
5	Leaf area	mm^2	Leaf area meter	Mean area of some leaves
6	Yield	Flower No.	Counting number of flowers	Mean number of flowers in a special time

اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژیکی

صفات فیزیولوژیکی مورد ارزیابی شامل محتوی نسبی آب، میزان آنتوسیانین، آنزیم کاتالاز، آنزیم پراکسیداز و کلروفیل (a ، b) به شرح زیر اندازه‌گیری شدند.

روش اندازه‌گیری محتوای نسبی آب (RWC[3])

چهار تا پنج قطعه از برگ تازه به قطر ۱ سانتی متر برش داده و وزن شد (FW[4])؛ سپس نمونه‌ها در پتری-دیش همراه مقداری آب به‌مدت ٤ ساعت در ژرمیناتور (مدل PIDPT۱۰۰، ساخت ایران) در دمای چهار درجه سانتیگراد قرار داده شدند. پس از آن مجدداً نمونه‌ها وزن شدند (TW[5]). در انتها نمونه‌ها به‌مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و مجدداً وزن گردیدند (DW[6]). در پایان با استفاده از فرمول ذیل محتوای نسبی آب برگ محاسبه گردید (Yamasaki and Dillenburg,1999).

$$RWC = \frac{FW-DW}{TW-DW} \times 100 RWC = \frac{FW-DW}{SW-DW} \times 100$$

سنجش میزان آنتوسیانین

یک گرم بافت تر برگ در ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (شامل الکل متیلیک ۹۹/۵٪ و هیدروکلریک اسید خالص به نسبت ۹۹ به ۱) با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره دو صاف کرده و سپس به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۲۰۰۰ دور سانتریفوژ (مدل ROTOLAVIT)، ساخت کشور ایران، قرار گرفت. جذب عصاره رویی در ۵۳۰ نانومتر و با استفاده از شاهد متانول اسیدی با دستگاه اسپکتروفتومتر (Unicoسری ۲۱۰۰ مدل Visible) ساخت کشور چین تعیین شد (Bakker *et al*., 1994).

سنجش آنزیم کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز با استفاده از روش (Dhindsa *et al*., 1981) اندازه‌گیری شد. ابتدا در هر دو کوئت شاهد و کوئت نمونه مقدار سه میلی لیتر بافر فسفات سدیم ریخته و به آن‌ها مقدار٤/٥١ میکرو لیتر H_2O_2 ۳۰ درصد اضافه شد این دو کوئت در دستگاه اسپکتروفتومتر قرار داده شد سپس عدد قرائت شده صفر شد. سپس به کوئت نمونه مقدار ۵۰ میکرولیتر از عصاره گیاهی اضافه شد و بلافاصله تغییرات جذب در طول موج ۲٤۰ نانومتر به مدت یک دقیقه قرائت شد.

[3] Relative Water Content
4 Fresh Weight
5 Turgur Weight
6 Dry Weight

www.SID.ir

Archive of SID

سنجش آنزیم پروکسیداز

استخراج عصاره آنزیم پروکسیداز

برای تهیه عصاره آنزیمی ابتدا لازم است که محلول‌های ۸٪ مولار کلرید پتاسیم (KCl) بافر فسفات سدیم۰/۱ مولار (pH=۷) به طور جداگانه تهیه شود. سپس از هر کدام از این محلول‌ها یک حجم معین برداشته و با هم مخلوط می‌شوند (۵۰ میلی لیتر از محلول ۸٪ مولار کلرید پتاسیم به اضافه ۵۰ میلی لیتر محلول بافر فسفات ۰/۱ مولار). از محلول تهیه شده برای استخراج عصاره آنزیمی استفاده شد. سپس ۰/۱ گرم بافت برگ تازه را با ۱۰ میلی لیتر مذکور در هاون چینی خوب سائیده و مخلوط حاصل را با سرعت ٤۰۰۰ دور دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ کرده در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد و مایع فوقانی به عنوان عصاره آنزیمی مورد استفاده قرار گرفت. به منظور حفظ فعالیت آنزیم کلیه مراحل استخراج آنزیم در ظرف یخ انجام گرفت (Chance and Maehly, 1995).

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز

ابتدا به عصاره آنزیمی، سه میلی لیتر بافر فسفات سدیم ۰/۱ مولار و ۵۰ میکرو لیترمایع گایاکو خالص با فرمول شیمیایی ($C_7H_8O_2$) و سپس ۵۰ میکرو لیتر هیدروژن پراکسید ۳۰٪ اضافه شد و بلافاصله تغییرات جذب نوری در طول موج ٤۳٦ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در فواصل زمانی ۲۰ ثانیه به مدت ۲ دقیقه ثبت گردید. بعد از اضافه کردن آب اکسیژنه و ترکیب گایاکول محلول به رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای در آمد. برای محاسبه آنزیم پراکسیداز، آخرین عدد جذبی را از اولین عدد جذبی خوانده شده کم کرده و بر عدد دو تقسیم می‌گردد (Chance and Maehly, 1995).

اندازه‌گیری میزان کلروفیل

برای این آزمایش ۰/۲۵ گرم از نمونه برگی تهیه و به همراه ۵ سی سی آب مقطر به طور کامل در هاون کوبیده شد. عصاره به دست آمده را از صافی رد شده و سپس به حجم ۲۵ سی سی رسانده شد.

۰/۵ سی سی از عصاره به حجم رسیده را برداشته شد، در لوله آزمایش ریخته و ٤/۵ سی سی استون ۸۰٪ به آن اضافه شد.

بعد از این مرحله نمونه‌های آماده شده در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. در مرحله بعد نمونه‌ها با دستگاه اسپکتوفتومتر در سه طول موج ٤۷۰، ٦٤۵ و ٦٦۳ نانومتر خوانده شد و نهایتاً غلظت کلروفیل‌های a، b و کارتنوئید با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (Maxwell and Johnson, 2000).

1) a کلروفیل (گرم در لیتر) = (۰/۰۱۲۷ × OD_{663}) − (۰/۰۰۲۶۹ × OD_{645})

2) b کلروفیل (گرم در لیتر) = (۰/۰۲۲۹ × OD_{645}) − (۰/۰۰۴۶۸ × OD_{663})

3) کل کلروفیل (گرم در لیتر) = (۰/۰۲۰۲ × OD_{645}) + (۰/۰۰۸۰۲ × OD_{663})

که در روابط فوق $OD_{٦٦٣}$ و $OD_{٦٤٥}$ به ترتیب میزان جذب در طول موج‌های ٦٦۳ و ٦٤۵ نانومتر می‌باشند.

این آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار طراحی و اجرا گردید. تجزیه داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه (۹/۳)، انجام و مقایسه میانگین داده ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد صورت گرفت. همچنین رسم نمودار با استفاده از نرم افزار اکسل نسخه (۲۰۱۰) انجام پذیرفت

www.SID.ir

Archive of SID

.نتایج و بحث

ارتفاع شاخه گل

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۲) تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در سطح احتمال ۱٪ روی ارتفاع شاخه وجود داشت.

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا بر خصوصیات مورفولوژیکی رز شاخه بریده رقم مشکی (Bordeaux)

Table 2. Analysis of variance of effect of humic acid, mycorrhiza fungi and endophytic *Piriformospora indica* fungi on morphological parameters of black rose cut flower (Bordeaux)

Source of variance	df	Stem height (cm)	Length of corolla (cm)	Diameter of corolla (cm)	Yield (Flower No.)	Leaf area (mm^2)	Vase life (Days)
Humic acid	1	62.99**	6.49**	5.97*	4.95*	2033.8*	21.73**
Humic acid+Mycorrhiza	3	64.70**	6.52**	6.17**	8.86**	2562.7**	22.11**
P. indica Fungi	3	63.01**	6.68**	5.25*	17.02**	2911.5**	21.64**
Error	24	6.42	19.05	0.16	0.26	6.03	0.98
٪C.V	-	4.46	8.44	7.48	12.68	28.15	5.18

*, **, ns = Significance at 5 and 1 percent levels and non-significance, respectively

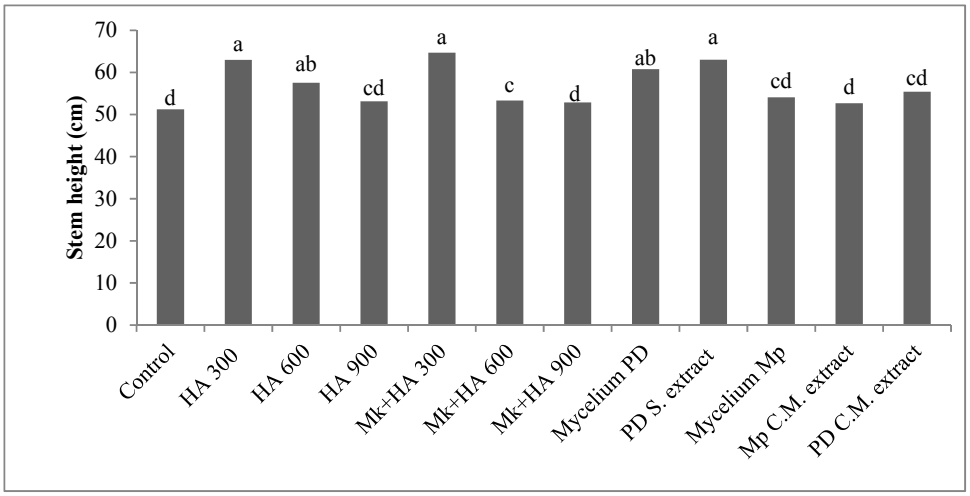
بیشترین اثر روی ارتفاع شاخه گل به ترتیب (٦٤/٧ سانتی‌متر) مربوط به تیمار اسید هیومیک ۳۰۰mg/L + قارچ میکوریزا[7]، اسید هیومیک ۳۰۰mg/L با (٦٣/٠١ سانتی‌متر) و در نهایت، قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا[8] با (٦٢/٩٩ سانتی‌متر) تیمار عصاره اسپور بوده است (جدول ۲). از طرفی کمترین ارتفاع شاخه با (٥١/٠٨ سانتی‌متر)، مربوط به شاهد و تیمار اسید هیومیک ۹۰۰mg/L با (٤٩/٣٥ سانتی‌متر) و قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا تیمار عصاره محیط کشت Mp (٤٨/١٤ سانتی‌متر) بدست آمد (شکل۱). لذا قابل ذکر است که ترکیب اسید هیومیک و قارچ میکوریزا باعث بیشترین عملکرد در جذب عناصر شده است. با شرایطی که قارچ میکوریزا در محیط ریزوسفر ریشه ایجاد می‌کند، منجر به تولید اسید سیتریک شده و برخی عناصر مانند عنصر آهن که بیشترین جذب را در محیط اسیدی دارد به حداکثر میزان جذب می‌رسد و محلول‌پاشی اسید هیومیک نیز روی شاخه و برگ گل رز باعث شد به میزان قابل توجهی از وقوع تنشهای محیطی و تغذیه‌ای جلو گیری شود. با توجه به نقش اسید هیومیک به‌عنوان یک کود بیولوژیک علاوه بر تأمین اکثر عناصر ضروری، نقش کاتالیزگر در انتقال عناصر در گیاه و مقاوم‌سازی گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا و آفات بیشترین بازدهی را دارا می‌باشد. در تحقیقی نشان داده شد که تلقیح قارچ میکوریزا حل‌کننده فسفات در مقادیر مختلف فسفر در گل ژربرا باعث افزایش ارتفاع شاخه می‌شود (Chutichudet *et al*., 2010). محققان در تحقیقات خود نشان دادند که در اثر همزیستی قارچ ایندیکا با گیاهان، بیوماس ساقه و ریشه گیاهان در اثر افزایش جذب مواد غذایی بیشتر می‌شود (Rai *et al*., 2001).

اسید هیومیک باعث مقاوم‌سازی گیاهان در برابر تنش‌ها بویژه تنش‌های محیطی و نیز افزایش جذب عناصر میکروالمنت و ماکروالمنت شده که این امر منجر به افزایش طول میانگره در گیاهان می‌شود (Lorence *et al*., 2006)، همچنین با تحقیقات روی گل‌های شاخه بریده لاله، این استنباط نیز وجود دارد که اسید هیومیک و قارچ میکوریزا سبب افزایش بازدهی عناصر غذایی و همچنین باعث افزایش رشد رویشی در این گیاه گردیده است (Chutichudet *et al*., 2010)که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

[7]-Glomus etunicatum
[8]-Piriformospora indica

www.SID.ir

Archive of SID

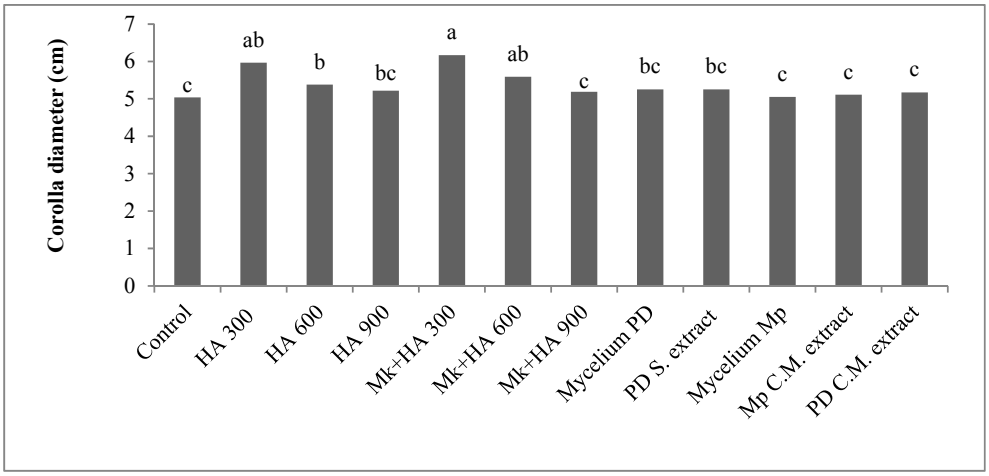


شکل ۱. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک، قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا روی ارتفاع شاخه در گل شاخه بریده رز، رقم مشکی (Bordeaux)

Figure 1. Mean comparison of effect of Humic acid, Mycorrhiza fungi and indica fungi on height of stem in black rose flower, varity (Bordeaux)

طول جام گل

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۲) تفاوت بسیار معنی‌داری بین تیمارها در سطح احتمال ۱٪ روی طول جام گل وجود داشت. بطوری‌که بیشترین طول جام گل به ترتیب با (٦/٦٨ سانتی‌متر)، مربوط به تیمارهای قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا و تیمار اسید هیومیک ۳۰۰mg/L + قارچ میکوریزا با (٦/٥٢ سانتی‌متر) و اسید هیومیک ۳۰۰mg/L با (٦/٤٩ سانتی‌متر) بوده است. از طرفی کمترین طول جام گل با (٤/٤٣ سانتی‌متر مربوط به شاهد و تیمار اسید هیومیک ٦۰۰mg/L با (٤/٩١ سانتی‌متر) و قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا با (٥/۰٢ سانتی‌متر) بدست آمده است.



شکل۳. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا روی قطر جام در گل شاخه بریده رز، رقم مشکی (Bordeaux)

Figure 3. Mean comparison of effect of Humic acid, Mycorrhiza fungi and indica fungi on diameter of corolla in rose cut flower, black varity (Bordeaux)

www.SID.ir

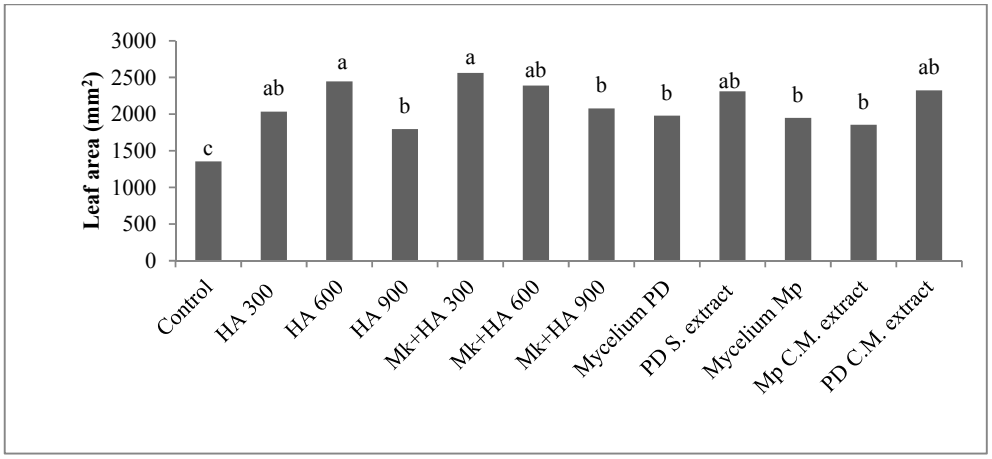
Archive of SID

سطح برگ

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۲) تفاوت معنی داری بین تیمارها روی سطح برگ در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ وجود داشت، بطوریکه بیشترین سطح برگ مربوط به تیمارهای قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا (عصاره اسپور Pd) با (۲۹۱۱/۵ میلی‌متر مربع) و اسید هیومیک ۳۰۰mg/L + قارچ میکوریزا با (۲۵٦۲/۷ میلی‌متر مربع) بدست آمده است. تیمار اسید هیومیک ۳۰۰mg/L با (۲۰۳۳/۸ میلی‌متر مربع) در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شده است و از طرفی کمترین میانگین سطح برگ با (۱٤۸۵/۲ میلی متر مربع) مربوط به شاهد بدست آمده است (شکل ٤).

کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کننده‌ی فسفات (سودوموناس و باسیلوس) دارای میکروارگانیسم های مفید خاک می‌باشند. میکروارگانیسم‌های ساپروفیت هستند که می‌تواند در منطقه ریشه (ریزوسفر) فعالیت نموده و با مصرف ترشحات ریشه ترکیبات نامحلول فسفات را بصورت محلول و قابل جذب گیاه در آورند. این باکتری‌ها همچنین با تولید مواد بیولوژیک مثل هورمون‌های اکسین، جیبریک اسید و ویتامین‌های مختلف باعث افزایش سطح برگ، رشد و نمو گیاه می‌شوند با افزایش میزان مصرف کود زیستی حاوی باکتریهای حل کننده فسفات از صفر تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار سطح برگ به طور معنی داری افزایش یافت. بیشترین سطح برگ در بوته گل مریم به مقدار ۲۱۲۷/۸۳ میلیمتر مربع مربوط به تیمار ۱۰ کیلوگرم کود زیستی حاوی باکترهای حل کننده فسفات و کمترین سطح برگ در بوته گل مریم به مقدار ۱٦۳۱/۷۷ میلیمتر مربع مربوط به تیمار شاهد بود (Abusuwar and Omer, 2011).

محققان در تحقیقات خود نشان دادند که تأثیر قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بر توسعه و افزایش رشد و سطح برگ گیاهان شبیه قارچ‌های میکوریزا آربسکولار می‌باشد. Varmaو همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقی نشان داده شد که تلقیح قارچ میکوریزا با باکتری حل کننده فسفات در مقادیر مختلف فسفر در گل ژربرا باعث افزایش سطح برگ می‌شود (Autio, ۲۰۰٦) که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.



شکل ٤. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا روی سطح برگ در گل شاخه بریده رز، رقم مشکی (Bordeaux)

Figure 4. Mean comparison of effect of Humic acid, Mycorrhiza fungi and indica fungi on leaf area in rose cut flower, black varity (Bordeaux)

www.SID.ir

Archive of SID

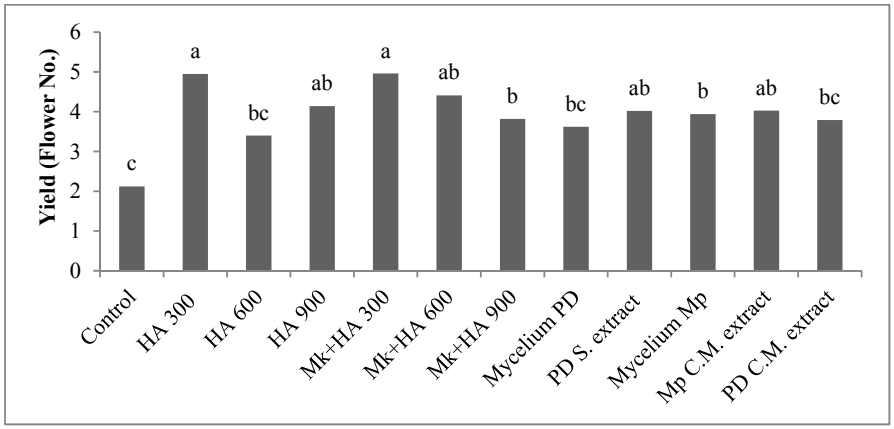
عملکرد

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۲) تفاوت معنی داری بین تیمارها روی عملکرد گل در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ وجود داشت. بطوریکه بیشترین میانگین روی عملکرد گل با (۱۷/۲ عدد) مربوط به تیمارهای قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا (عصاره اسپور) و اسید هیومیک ۳۰۰mg/L + قارچ میکوریزا (۸/۸٦ عدد) بدست آمد و تیمار اسید هیومیک ۳۰۰mg/L با (٤/۹۵ عدد) در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد. از طرفی کمترین میانگین‌ها با (٤/۲۵ عدد) مربوط به تیمار اسید هیومیک ٦۰۰mg/L و شاهد با (٤/۱ عدد) بدست آمد (شکل ۵).

اسید هیومیک با افزایش جذب عناصر غذایی، خواص شبه هورمونی و اثر مثبت بر غشاء سلولی و بهبود نقل و انتقال عناصر غذایی در داخل گیاه، می‌تواند باعث کاهش عوامل تنش زا شده، عمر گل‌های شاخه بریده، گلدانی و عملکرد آنها را بهبود بخشد (چمنی و همکاران، ۱۳۹۱).

در پژوهشی اسید هیومیک، باعث تشکیل ریشه‌های جانبی و افزایش عملکرد گل ژربرا، به دلیل افزایش جذب عناصر غذایی و خواص شبه هورمونی گردید که با نتایج این پژوهش هم خوانی دارد (Autio, ۲۰۰٦). طی تحقیقی نشان داد که قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا باعث ترشح برخی اسیدها نظیر اسید مالیک می‌شود که جذب فسفر توسط گیاه را افزایش می دهند و باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود، که با نتایج این پژوهش هم خوانی دارد (ریزی، ۱۳۸۹).

Rai در سال 2005 در تحقیقات خود نشان داد که قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا باعث افزایش در رشد و عملکرد گیاه دارویی کنگر (*Adhatoda vasica*) شد. محققان در تحقیقات خود نشان دادند که قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا از طریق همزیستی با ریشه گیاهان باعث افزایش معنی داری در رشد و عملکرد آنها می شود (Singh *et al*., 2000)، در تحقیقی اثر همزیستی قارچ میکوریزا روی گل شاخه بریده لیلیوم نشان داد که باعث افزایش عملکرد با ٤/۱۵ (تعداد) نسبت به شاهد شده است (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۵) که با نتایج بدست آمده همسو با نتایج این تحقیق می باشد.



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا روی عملکرد در گل شاخه بریده رز، رقم مشکی (Bordeaux)

Figure 5. Mean comparison of effect of Humic acid, Mycorrhiza fungi and indica fungi on flower yield in rose cut flower, black varity (Bordeaux)

www.SID.ir

Archive of SID

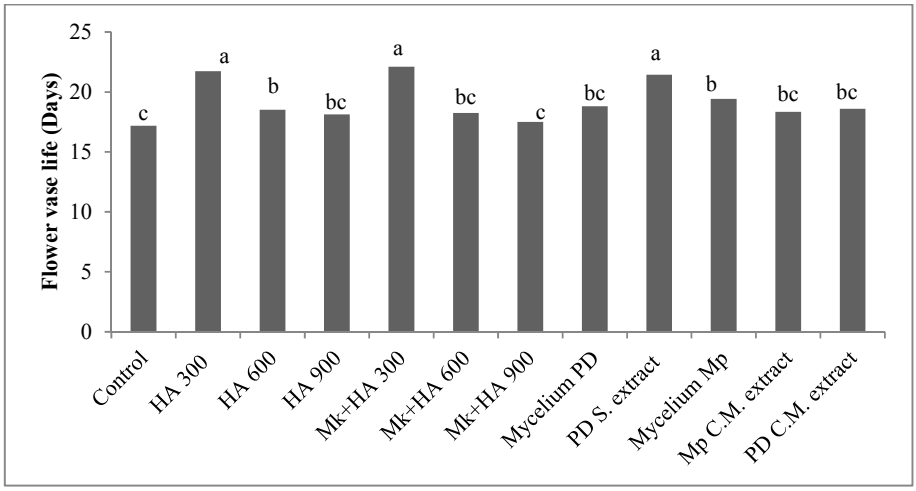
عمر گلجایی

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۲) تفاوت بسیار معنی داری بین تیمارها روی عمر پس از برداشت در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت، بطوریکه بیشترین عمر گلجایی طبق شکل ٦ با (۲۲/۱۱ روز) مربوط به میانگین تیمارهای اسید هیومیک ۳۰۰mg/L + قارچ میکوریزا و تیمار اسید هیومیک ۳۰۰mg/L با (۲۱/۷۳ روز) و تیمار قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا (عصاره اسپور) با (۲۱/٦٤ روز) بوده است و از طرفی کمترین عمر گلجایی با (۱٦/۱۸ روز) اسید هیومیک تیمار ۹۰۰mg/L + قارچ میکوریزا و با (۱۵/۰۸ روز) مربوط به شاهد بدست آمده است.

در تحقیقی نشان داد که قارچ میکوریزا باعث افزایش عمر گلجایی لیلیوم شده است. بیشترین افزایش عمر گلجایی (۸/۵ روز) در قارچ دهی ۵۰ میلی‌گرم بدون غلظت فسفر که نسبت به شاهد دوام عمر بیشتری(۳ روز) حاصل شد (سبحانی و همکاران؛ ۱۳۹۵).

به حداقل رساندن ضایعات پس از برداشت در گلهای شاخه بریده و افزایش عمر گلجایی آنها، با در نظر گرفتن هزینه های بالای تولید و حساسیت زیاد محصول به شرایط انبارداری و فروش گلها و گیاهان زینتی امری بسیار ضروری و مهم است (ادریسی و همکاران؛ ۱۳۸٦). گزارش شده که اسید هیومیک ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر باعث افزایش ماندگاری گل ها بین (۵-٤ روز)، در سطح احتمال ۵٪ گردید (نیکبخت و همکاران؛ ۱۳۸٦).

از مشکلات عمده پس از برداشت گل‌ها، رشد میکروبها در ظرف نگهداری و مسدود شدن سیستم آوندی ساقه است که این امر سبب کاهش جذب آب توسط ساقه می‌شود. در پی رشد میکرو ارگانیسم ها در ساقه تنش آبی در گیاه ایجاد می‌شود بطوریکه برگ ها و گلها شادابی خود را از دست می‌دهند و در نهایت عمر گلجای گل‌های بریده کاهش می‌یابد و فرایند پیری تسریع می‌شود (Ebrahimzadeh and Seyfi, 1999) اسید هیومیک، عمر گلجایی آلسترومریا را ۲-۳/٦٦ روز بیشتر کرد (چمنی و همکاران؛ ۱۳۹۱). میزان تأثیر اسید هیومیک، بیشترین تغییرات را بر اجزاء عملکرد و عمر گلجایی گل شاخه بریده ژربرا داشته است (امیری،۱۳۹۱؛ راحمی، ۱۳۸۲) که مطابق با نتایج این پژوهش بوده است.



شکل ٦. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا روی عمر گلجایی در گل شاخه بریده رز، رقم مشکی (Bordeaux)

Figure 6. Mean comparison of effect of Humic acid, Mycorrhiza fungi and indica fungi on vase life of flower in rose cut flower, black varity (Bordeaux)

www.SID.ir

Archive of SID

محتوای نسبی آب

بر اساس جدول تجزیه واریانس (3) تفاوت معنی داری بین تیمارها روی محتوای نسبی آب در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ وجود داشت

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا بر خصوصیات فیزیولوژیکی رز شاخه بریده رقم مشکی (Bordeaux)

Table 3. Analysis of variance of effect of humic acid, mycorrhiza fungi and endophytic *Piriformospora indica* fungi on physiological parameters of black rose cut flower (Bordeaux)

Source of variance	df	RWC (%)	Catalase (µmol/mg min)	Peroxidase (µmol/mg min)	chlorophyll a (mg/g FW)	chlorophyll b (mg/g FW)	Anthocyanin (µg/g FW)
Humic acid	1	0.24*	19.80*	9.97*	3.85**	2.21*	0.38ns
Humic acid+Mycorrhiza	3	0.15*	16.72*	6.35ns	2.25**	3.05**	0.93*
P. indica Fungi	3	0.67**	23.19*	15.76*	1.22*	2.02*	0.34 ns
Error	24	0.81	0.9	1.24	0.002	0.18	0.50
٪C.V	-	12.09	18.22	6.70	2.9	11.51	13.41

*, **, ns = Significance at 5 and 1 percent levels and non-significance, respectively
RWC: Relative Water Content

بطوریکه بیشترین میانگین با توجه به شکل 7 با (۰/٦٧ درصد) مربوط به میانگین تیمارهای قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بوده و تیمارهای اسید هیومیک ۹۰۰mg/L، ٦۰۰ با (۰/۲٤ درصد) و تیمارهای اسید هیومیک + قارچ میکوریزا با (۹۰ درصد) بوده است و از طرفی کمترین میانگین با (۸۵ درصد) مربوط به تیمار اسید هیومیک + قارچ میکوریزا و شاهد با (۸۱ درصد) بدست آمد.

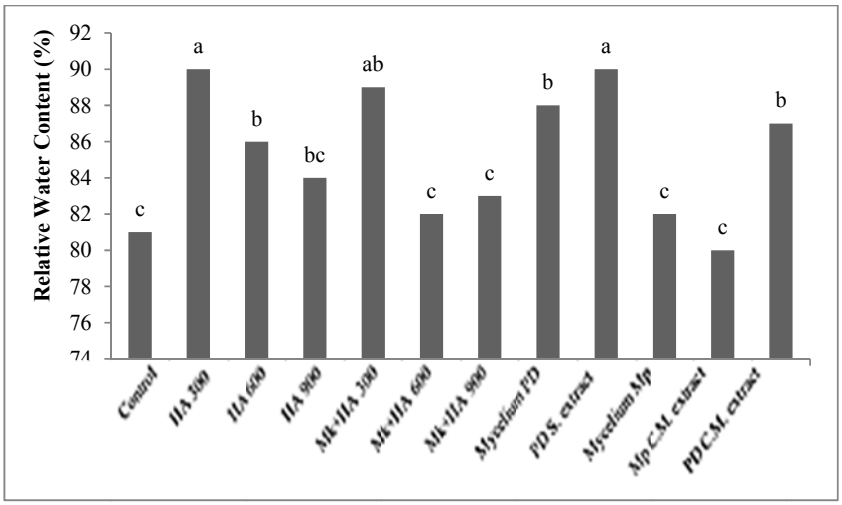
کلنی‌سازی در ریشه گوجه فرنگی بوسیله قارچ میکوریزا (*Glomus intraradices*) در شرایط گلخانه ای مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که ماده خشک اندام هوایی، محتوای نسبی آب برگ بطور معنی داری در گیاهان میکوریزایی شده بیشتر بود (Subramanian *et al*., 2006) افزایش اسید هیومیک و قارچ‌های همزیست باعث افزایش میزان کلروفیل و سطح برگ می‌شود و هر چه میزان کلروفیل و سطح برگ در گیاه بیشتر باشد گیاه توانایی ذخیره سازی آب بیشتری دارد، همچنین قارچ‌های همزیست با جذب بیشتر عناصری مثل فسفر و ازت در ساختمان پروتئین ها نقش دارند و پروتئین‌ها نیز جاذب آب هستند در نتیجه هر چه غلظت عناصر بیشتر شود محتوی نسبی آب گیاه هم بیشتر می‌شود (Farzaneh *et al*., 2011).

پژوهشگران در آزمایشات خود بر روی گیاه ذرت به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطوح اسید هیومیک مصرفی، محتوی نسبی آب نیز افزایش می‌یابد که با نتایج این آزمایش همسو می‌باشد. اثر باکتری های حل کنندهٔ فسفات بر محتوی نسبی آب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و با افزایش سطح کود میکروبی حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات محتوی نسبی آب بیشتر شد. بیشترین محتوی نسبی آب با (۸٦/۱٦) درصد از مصرف ۱۰ کیلوگرم کود میکروبی حاوی باکتری و کمترین مقدار

www.SID.ir

Archive of SID

آن (۷۹/۲۹) درصد از تیمار شاهد به‌دست آمد (Emam and Ziaei, 2010) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا روی محتوای نسبی آب برگ، گل در گل شاخه بریده رز، رقم مشکی (Bordeaux)

Figure 7. Mean comparison of effect of Humic acid, Mycorrhiza fungi and indica fungi on relative water content in rose cut flower, black varity (Bordeaux)

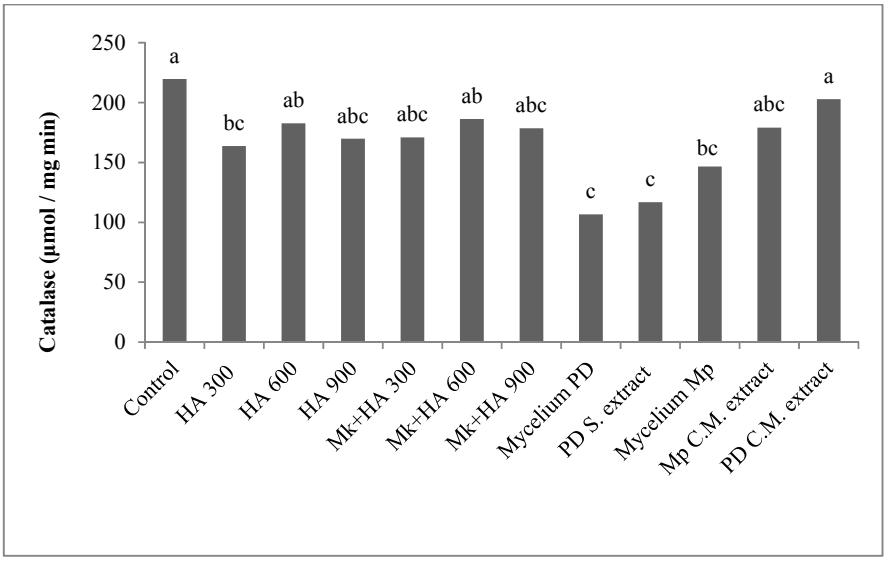
فعالیت آنزیم کاتالاز

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۳) تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت. بطوریکه بیشترین میانگین تیمارها روی فعالیت آنزیم کاتالاز طبق شکل 8 با (۲۳/۱۹ میکرومول بر میلی‌گرم در دقیقه) مربوط به تیمارهای قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا (عصاره محیط کشت Pd) و اسید هیومیک ۶۰۰mg/L (۱۹/۸۰ میکرومول بر میلی‌گرم در دقیقه) و اسید هیومیک ۶۰۰mg/L + قارچ میکوریزا با (۱۶/۷۲ میکرومول بر میلی‌گرم در دقیقه) بوده، از طرفی کمترین میانگین تیمارها با (۱۱/۱۶ میکرومول بر گرم در دقیقه) مربوط به تیمار اسید هیومیک ۳۰۰mg/L + قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا (عصاره محیط کشت Pd) با (۹/۱۸ میکرومول بر میلی‌گرم در دقیقه) بدست آمده است. عموما فعالیت آنزیم کاتالاز در گلهای سالم در طول نمو جوانه گل با کاهش مواجه بوده و منحنی بدست آمده سیر نزولی داشت چون آنزیم کاتالاز باعث تجزیه پراکسید هیدروژن می‌شود و میزان جذب کمتر می‌شود.

بر اساس نتایج حاصله اسید هیومیک و قارچ میکوریزا به عنوان یک عامل بیولوژیکی مهم که عملکرد اصلی آن بر فرآیند متابولیسم آنزیم کاتالاز است، نقش مهمی در جلوگیری از آزاد سازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پراکسید هیدروژن توسط آنزیم کاتالاز دارند و همچنین جلوگیری از تشکیل رادیکال‌های هیدروکسیل توسط این آنزیم دارند (Spanou *et al*., 2012) در واقع آنزیم کاتالاز در نگهداری تعادل متابولیسم اکسیژن در بافت گیاهی نقش دارد (Xie *et al*., 2003). اکسیژن فعال باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های عامل پیری مثل کاتالاز، پروکسیداز و پراکسیداسیون لیپید و خسارت به غشای سلول و در نهایت پیری می‌شود (Li *et al*., 2007).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا روی فعالیت آنزیم کاتالاز در گل شاخه بریده رز، رقم مشکی (Bordeaux)

Figure 8. Mean comparison of effect of Humic acid, Mycorrhiza fungi and indica fungi on amount of catalase enzyme in rose cut flower, black varity (Bordeaux)

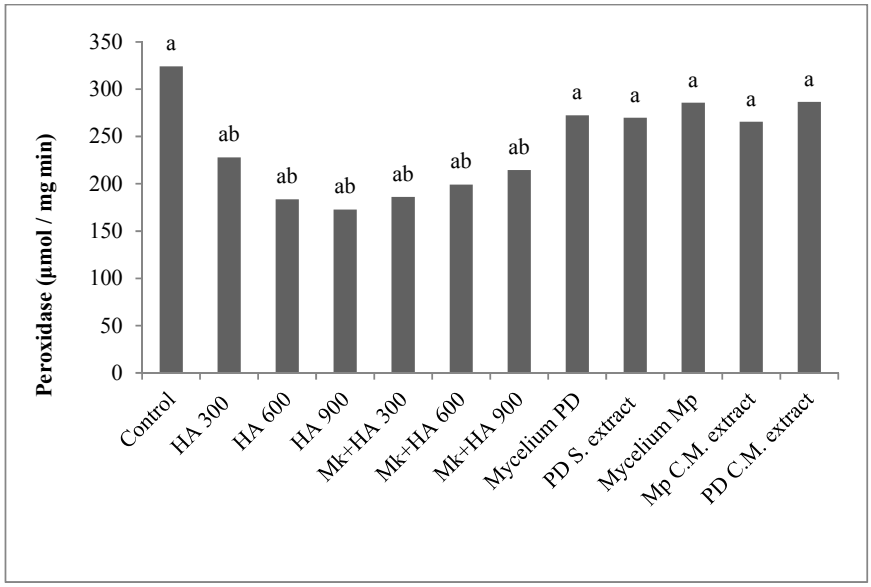
فعالیت آنزیم پروکسیداز

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۳) تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت. بطوریکه بیشترین میانگین روی فعالیت‌آنزیم پروکسیداز بر اساس شکل 9 با (۱۵/۷٦ میکرومول بر میلی‌گرم در دقیقه) مربوط به تیمار قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بوده و از طرفی کمترین میانگین با (۱۲/۸٤ میکرومول بر میلی‌گرم در دقیقه) مربوط به تیمار اسید هیومیک نسبت به شاهد بدست آمده است و تیمار قارچ میکوریزا + اسید هیومیک معنی دار نشد.

در تحقیقی ثابت شده است که در تمام فرایندهای فیزیولوژیکی و تغییرات فنولوژیکی گیاه ماده سمی‌آب اکسیژنه دربافتهای گیاهی تولید می‌شود که دو آنزیم پراکسیداز و کاتالاز به دو شکل متفاوت این ماده سمی‌را از محیط دور می‌کنند و همچنین ثابت شده است که آنزیم پراکسیداز از عوامل های مهم لیگنین سازی در گیاهان به خصوص در مرحله آخر پلیمریزاسیون سه الکل اصلی (کونیفریل، سیناپین و P-کوماریل) است. در این امر نقش ایزوآنزیم‌های کاتدی در اوایل دوره سرما به عنوان شاخص مقاومت به سرما و نقش ایزوآنزیم‌های آندی به عنوان شاخص لیگنین سازی شناخته شده است (فهیمی، ۱۳۷٦).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا روی فعالیت آنزیم پراکسیداز در گل شاخه بریده رز، رقم مشکی (Bordeaux)

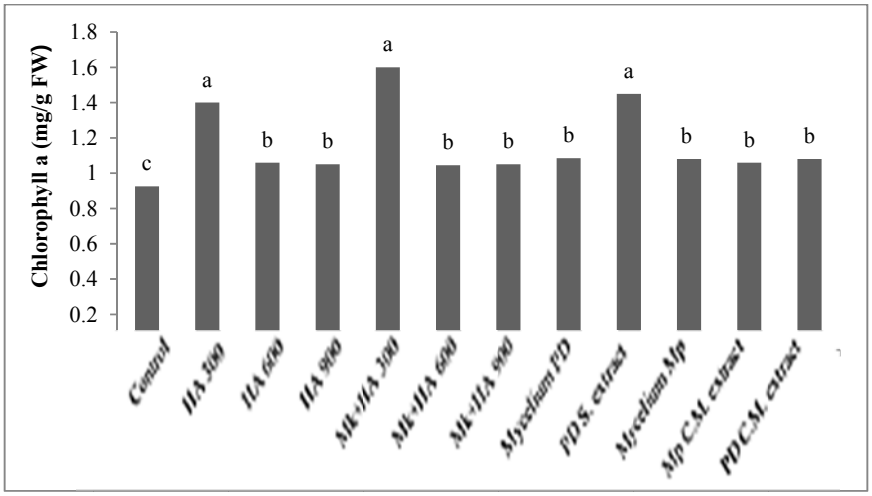
Figure 9. Mean comparison of effect of Humic acid, Mycorrhiza fungi and indica fungi on amount of peroxidase enzyme in rose cut flower, black varity (Bordeaux)

مقدار کلروفیل a

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۳) تفاوت معنی داری بین تیمارها روی کلرفیلa در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ وجود داشت. بطوریکه بیشترین میانگین بر اساس شکل 10 با (۳/۸۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بافت) مربوط به میانگین تیمارهای اسید هیومیک و اسید هیومیک + قارچ میکوریزا با (۲/۲۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بافت) بوده است و تیمار قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا با (۱/۲۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بافت) بدست آمد. از طرفی کمترین میانگین‌ها با (۱/۰٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بافت مربوط به تیمار قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا و شاهد با (۰/۹٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بافت) بدست آمد. مهم‌ترین قارچ‌های اندومیکوریزی که در کشاورزی نقش به سزایی دارند قارچ های میکوریز آربوسکولار می‌باشند. قارچ‌های میکوریزا از طریق کاهش تلفات نیتروژن خاک و افزایش جذب عناصر غذایی می‌شود (Chen and Zhao, 2007). با ترشح ترکیبات سیدروفوری و یا فیتوسیدروفوری ایجاد مقاومت به خشکی، مقاومت به عوامل بیماری زای خاکی و افزایش مقاومت به شوری و فلزات سنگین و افزایش مقدار کلروفیل افزایش رشد گیاهان همزیست با این قارچ ها شده و در مقابل با مصرف ۲۰-۱۰ درصد محصولات فتوسنتزی گیاه، انرژی مورد نیاز خود را تأمین می‌کنند Bhosale and (Shinde, 2011). در پژوهشی با مصرف اسید هیومیک٤۰۰ (میلی گرم در لیتر) میزان، کلروفیل افزایش معنی داری یافته است (Neilsen *et al*., 2004).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا روی کلروفیل a در گل شاخه بریده رز، رقم مشکی (Bordeaux)

Figure 10. Mean comparison of effect of Humic acid, Mycorrhiza fungi and indica fungi on amount of chlorophyll a in rose cut flower, black varity (Bordeaux)

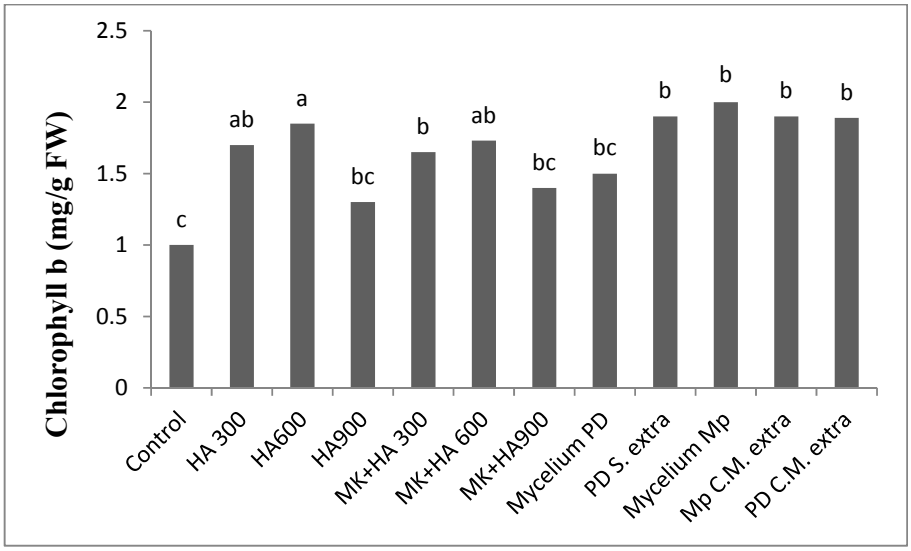
کلروفیل b

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۳) تفاوت معنی داری بین تیمارها روی کلروفیل b در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ وجود داشت. بطوریکه بیشترین میانگین طبق شکل 11 با (۳/۰۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بافت) مربوط به میانگین تیمارهای اسید هیومیک بوده و تیمارهای قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا با (۲/۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بافت) و اسید هیومیک + قارچ میکوریزا با (۲/۰۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بافت) بوده است. از طرفی کمترین میانگین‌ها با (۱/۸٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بافت) مربوط به تیمار اسید هیومیک ۹۰۰mg/L + قارچ میکوریزا و شاهد با (۱/۵۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بافت) بدست آمد.

کاهش کلروفیل که به عنوان عامل محدود کننده غیر روزنه‌ای فتوسنتز محسوب می‌شود به دلیل افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز اتفاق می‌افتد که به دلیل تنش می‌باشد. گیاهان تلقیحی میکوریزایی جلوی تنش را می-گیرند و از کاهش کلروفیل جلوگیری می‌کنند همچنین نشان داد که محتوای کلروفیل گیاهان فلفل همزیست با قارچ میکوریزا در مقایسه با گیاهان کنترل غیر میکوریزا بالاتر بود (Bhosale and Shinde, 2011). که با نتایج این تحقیق همسو می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۱. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا روی کلروفیل b در گل شاخه بریده رز، رقم مشکی (Bordeaux)

Figure 11. Mean comparison of effect of Humic acid, Mycorrhiza fungi and indica fungi on amount of chlorophyll b in rose cut flower, black varity (Bordeaux)

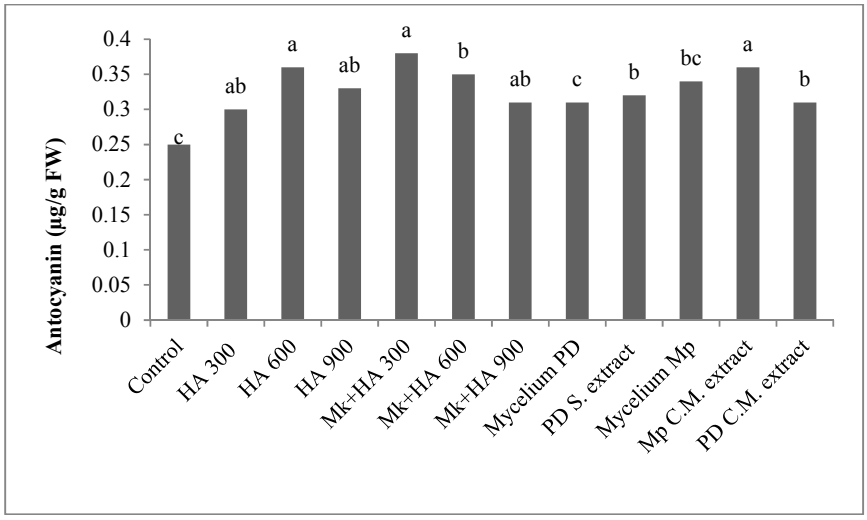
آنتوسیانین

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۳) تفاوت بسیار معنی داری بین تیمارها روی آنتوسیانین در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت، بطوریکه بیشترین میانگین با توجه به شکل 12 با (۰/۹۰ میکروگرم بر گرم بافت تازه) مربوط به میانگین تیمار اسید هیومیک ۳۰۰mg/L + قارچ میکوریزا بوده است و تیمارهای اسید هیومیک با (۰/۳۵ میکروگرم بر گرم وزن بافت تازه) و قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا با (۰/۳۱ میکروگرم بر وزن بافت تازه) بدست آمده است، و از طرفی کمترین میانگین با (۰/۲٤ میکروگرم بر وزن بافت تازه)، مربوط به تیمار اسید هیومیک ۳۰۰mg/L و شاهد با (۰/۲۳ میکروگرم بر وزن تازه بافت) بدست آمده است. آنتوسیانین گلبرگ یکی از نشانه‌های اصلی بروز پیری در گلبرگ‌ها، افت وزن تر، خشک شدن و چروک شدن است. این ضایعات آب از گلبرگ‌های در حال بالغ شدن همچنین در گل‌هایی که در آب نگهداری می‌شوند (راحمی، ۱۳۸۲).

در بررسی محتوای آنتوسیانین برگ ریحان‌های سبز و بنفش برای تعیین تأثیر همزیستی قارچ با گیاه بر میزان این متابولیت ثانویه مشخص شد که مقدار آنتوسیانین برگ ریحان در گیاهان تیمار نسبت به شاهد به طور معنی داری افزایش یافته است (Chen and Zhao, 2007) بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق مشخص شد که قارچ *Glomus etunicatum*بر رشد و پارامترهای فیزیولوژیک بررسی شدهٔ گیاه زینتی رز دارای اثر مثبتی است که می‌توان این تأثیر مثبت را به بهبود جذب عناصر معدنی مفید در گیاهان میکوریزایی نسبت داد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۲. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و قارچ میکوریزا و قارچ ایندیکا روی آنتوسیانین گلبرگ در گل شاخه بریده رز، رقم مشکی (Bordeaux)

Figure 12. Mean comparison of effect of Humic acid, Mycorrhiza fungi and indica fungi on amount of antocyanin in rose cut flower, black varity (Bordeaux)

نتیجه گیری کلی

با توجه نتایج بدست آمده مشخص شد که اسید هیومیک، قارچ میکوریزا و قارچ اندوفیت پیریفورموسپورا ایندیکا، هرکدام با تاثیری بدیهی روی گل شاخه بریده رز رقم مشکی (Bordeaux)، باعث شدند که بیش از پیش در امر تغذیه گیاهان زینتی مورد توجه قرار گیرند، استفاده از کودهای بیولوژیک و باکتریهای همزیست، موجب افزایش جذب عناصر غذایی کم تحرک و حجم ریشه و در نتیجه جلوگیری از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی می‌شوند. همچنین ویژگی‌های منحصر بفرد این قارچ‌ها و کود بیولوژیک اسید هیومیک که در افزایش عملکرد و عمر پس از برداشت نقش بسزایی دارد، تحقیقی در این زمینه انجام گرفت. تاثیر اسید هیومیک بر رشد ریشه چنان واضح و شگرف است که در مواردی حجم ریشه را تا چند برابر افزایش می دهد. چنانکه همه می‌دانیم گیاهی که ریشه‌های وسیع تر و قویتر دارد سالم تر و مقاوم تر نیز خواهد بود. تقویت ریشه زایی با مکانیسم‌های متعددی مرتبط است. اسید هیومیک با افزایش نفوذ پذیری سلول‌های ریشه به جذب بهتر مواد غذایی و توسعه بیشتر گیاه کمک می‌نماید ثابت شده است که اسید هیومیک با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه و بخصوص در ریشه‌ها افزایش می‌دهد. حفظ رطوبت خاک برای همه کشاورزان مهم است، بخصوص برای مناطق خشک و کویری و بالاخص برای زمین‌های شنی ماسه‌ای که بر بسترهای شیبدار قرار گرفته‌اند بی نهایت اهمیت دارد.

در این تحقیق تیمار اسید هومیک ۳۰۰mg/L با ۵۰ گرم قارچ میکوریزا، به ترتیب باعث افزایش صفات صفات ارتفاع شاخه (٦٤/٧٠cm)، قطر جام گل(٦/١٧cm)، عمر گلجایی (٢٢/١١ روز)، کلرفیلb (٣/٠٥ mg/ gFW) و آنتوسیانین (٠/٩٣ µg/ gFW) شد و همچنین میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز(١٦/٧٢ µmol/ mg min) و

www.SID.ir

Archive of SID

پروکسیداز (٦/ µmol/ mg min) نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت که با کاهش فعالیت این دو آنزیم موجب افزایش کیفیت و عمر پس از برداشت این رقم گل شد. با توجه به تاثیری که اسید هیومیک در جلوگیری از بروز تنشهای زنده و غیر زنده دارد و قارچ میکوریزا در ترکیب با این فاکتور که باعث حل کردن برخی عناصر غیر قابل جذب می‌شود، نتایج فوق بدست آمد.

همچنین در اثر تیمار اسید هیومیک ۳۰۰mg/L بیشترین میزان کلرفیلa (۳/۸۵ mg/ gFW) به‌دست آمد. بیشترین میزان طول جام گل(٦/٦٨ cm)، محتوای نسبی آب (٪ ۰/٦٧)، سطح برگ (۲۹۱۱/۵ mm^2) و عملکرد (۱۷/۰۲ تعداد گل) نیز در اثر تیمار قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا (عصاره اسپور) به دست آمد.

قارچ اندوفیت پیریفورموسپورا ایندیکا با تاثیرات شبه میکوریزای، نقش قابل توجهی در عملکرد و کیفیت گل دارد. این قارچ تنها تفاوتی که با میکوریزا دارد، بلکه در نحوه همزیستی و ایجاد هیف‌های بدون ظاهر مشخص، بر خلاف میکوریزا ایجاد گره در ریشه نمی‌کند و مکانیسم عمل این قارچها به این صورت است که با تولید اسید سیتریک منجر به اسیدی شدن محیط ریشه شده و عناصری مثل آهن و فسفر که در شرایط اسیدی قابل جذب هستند را افزایش می‌دهند.

منابع

امیری، م.، ۱۳۹۱. بررسی تأثیر اسید هیومیک بر اجزاء عملکرد و دوام عمرگل دو رقم گل شاخه بریده ژربرا، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار.

تولائی، م.، ۱۳۸۰. راهنمای کاشت گیاهان گلخانه ای به روش هیدروپونیک در سطح تجاری. نشر آموزش کشاورزی، کرج. ایران.۴۳۶ صفحه.

چمنی، ا. اسماعیل پور، ا. پور بیرامی، ی. ملکل لجایر، ح. و سعادتی، ا.، ۱۳۹۱. بررسی اثرات تیدیازرون و اسید هیومیک روی عمر پس ازبرداشت گل آلسترومریا رقم کنیامبه. مجله علوم وفنون باغبانی، علوم و صنایه کشاورزی (جلد، ۲۶) شماره ۲، صفحات ۱۵۲-۱۴۷.

خوشخوی، م. شیبانی، ب. روحانی، ا. و تفضلی، ع.، ۱۳۹۱. اصول باغبانی. چاپ بیستم. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۵۶ صفحه.

راحمی، م.، ۱۳۸۲. فیزیولوژی پس از برداشت (مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه سبزی‌ها و گیاهان زینتی)، انتشارات دانشگاه شیراز. چاپ سوم. ۲۵۰ صفحه.

ریزی، س.، ۱۳۸۹. اثر تغذیه سیلیسیم وکاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط آبکشت بر کیفیت رز شاخه بریدنی و بیماری سفیدک پودری. رساله دکتری گروه باغبانی دانشگاه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی.

سبحانی، ی. رسولی، م. و موحدی، ز.، ۱۳۹۵. تاثیر عنصر فسفر و قارچ میکوریزا روی برخی از صفات مورفولوژی و فیزیولوژی گل شاخه بریده لیلیوم رقم رویال ترینیتی در شرایط گلخانه‌ای. اولین کنگره بین المللی و دومین کنگره ملی گل و گیاهان زینتی ایران.

فهیمی، ه.، ۱۳۷۶. تنظیم کننده های رشد گیاهی. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۷۱ صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

نیکبخت، ع. کافی، م. بابالار، ن. اعتمادی، ح. ابراهیم زاده، ع. و ییپینگ، ش.، ۱۳۸۶. اثر اسید هیومیک بر جذب کلسیم و رفتار فیزیولوژیکی پس از برداشت گل ژربرا. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۸ (۴):۲۳۷-۲۴۸.

Abusuwar, A.O. and Omer, E.A. 2011. Effect of intercropping, phosphorus solubilizing bacteria rhizobium inoculation on the growth and nodulation of some leguminous. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 2 (1): 109–124.

Anderson, N.O. 2006. Flower breeding and genetics, Issues, challenges and opportunities for the 21 century. *Netherlands*. 700 pp.

Autio, J. 2006. Supplementary lighting regimes strongly affect the quantity of gerbera flower yield. *Acta Horticulturae*. 515: 91-98.

Bakker, J. Bridle, P. and Bellworthy, S.J. 1994. Strawberry juice color; A study of the quantitative and qualitative pigment composition of juices from 39 genotypes. *Journal of Science and Food Agriculture*. 64(1): 7-31.

Bhosale, K.S. and Shinde, B.P. 2011. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on proline and chlorophyll content in *Zingiber officinale* Rosc grown under water stress. Indian *Journal* of Fundamental and *Applied Sciences*. 1(3): 172-176.

Burchi, G. Prisa, D. Ballarin, A. and Menesatti, P. 2010. Improvement of flower color by means of leaf treatments in lily. *Horticultural Science*. 125: 456_460.

Cardoso, I.M. and Kuyper, T.W. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 116(1): 72-84

Chance, B. and Maehly, A.C. 1995. Assay of catalase and peroxidase. In: S.P. Culowic and N.O. Kaplan (Eds.). Methods in Enzymology. Vol. 2. Academic Press. Inc. New York. 814 p.

Chen, X.H. and Zhao, B. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungi mediated uptake of lanthanum in Chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L.). *Chemosphere.* 68(8): 1548-1555.

Chutichudet, P. Chutichudet, B. and Boontiang, K. 2010. Effect of 1-MCP fumigation on vase life and other postharvest qualities of Siam tulip (Curcuma aeruqinosa Roxb) cv. Laddawan. *International Journal of Agriculture Research*. 5:1-10.

Dhindsa, R.S. Dhindsa, P. and Thorpe, T.A. 1981. Leaf senescence: correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. *Environtal and Experimental Botany*. 32:93-101.

Ebrahimzadeh, A. and Seyfi, Y. 1999. Storage and handling of cut flowers, ornamental green plantsand pot plants. (Translation). *Akhtar Publications*. 233.

Emam, Y. and Ziaei, E. 2010. Evaluation of Water and Photosynthetic Nitrogen Use Efficiency in Two Maize Hybrids. *Iranian Journal of field Crop Science*. 41(3): 423-432.

Eyheraguibel, B. Silvestre, j. and Morard, P. 2008. Effects of humic substances derived fromorganic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource Technology*. 99(10): 4206-4212.

Farzaneh, M. Vierheilig, H. Lossll, A. and Kaull, HP. 2011. Arbuscular mycorrhiza enhances nutrient uptake in chickpea. *Plant Soil Environment*. 57:465–470.

Karakurt, Y. Unlu, H. and Padem, H. 2009. The influence of foliar and soli fertiizationn of humic acid on yeild and quality of pepper. *Plant and soil.* 59(3): 233-237.

www.SID.ir

Archive of SID

Li, Z. Wang, L. Wang, W. and Zhu, Y. 2007. Physiological effect and application of 1-MCP on delaying fruit senescence. *Plant Physiology Communications*. 43: 201-206.

Lorence, R. Neil, O. Mattson, S. and Lieth, H. 2006. Predicting Stem Length of Cut Flower Roses at Harvest Using Stem Elongation Rates in Relationship to Developmental Events. *Acta Horticulturae*. 718.

Marschner, H. 2005. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed., Academic Press, New York.
Maxwell, K. and Johnson, G.N. 2000. Chlorophyll fluorescence, a practical guide. *Journal of Experimental Botany*. 51(345): 659-668.

Michalczuk, B. Goszczynska, D.M. Rudnicki, R.M. and Halevy, A.H. 2010. Calcium promotes longevity and bud opening in cut rose flowers. Isr. *American Journal of Botany*. 38: 209-215.

Nielsen, K.B. Kjoller, R. Olsson, P.A. Schweiger, P.F. Andersen, F.O. and Rosendahl, S. 2004. Colonization intensity and molecular diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the aquatic plants Littorella uniflora and Lobelia dortmanna in southern Sweden. *Mycological Research*. 108: 616–625.

Nikbakht, A. Kafi, M. Babalar, M. Xia, Y.P. Luo, A. and Etemadi, N. 2008. Effect of commercial humic acid on plant growth, nutrients uptake and postharvest life of gerbera. *Journal Plant Nutrition*. 31: 2155-2167.
Qiang, X. Weiss, M. Kogel, K.H. and Schafer, P. 2011. *Piriformospora indica* mutualistic basidiomycete with an exceptionally large plant host range. *Molecular Plant Pathology*. 13(5): 508-518.

Rai, M. Acharya, D. Singh, A. and Varma, A. 2001. Positive growth responses of the medicinal plants Spilanthes calva and Withania somnifera to inoculation by *Piriformospora indica* in a field trial. *Mycorrhiza*. 11(3): 123-128.

Rai, M. and Varma, A. 2005. Arbuscular mycorrhiza-like biotechnological potential of *Piriformospora indica*, which promotes the growth of Adhatoda vasica Nees. *Journal of Biotechnology*. 8(1): 1-6.

Singh, A. Sharma, J. Rexer, K.H. and Varma, A. 2000. Plant productivity determinants beyond minerals, water and light: *Piriformospora indica*-A revolutionary plant growth promoting fungus. *Current Science-Bangalore*. 79(11): 1548-1554.

Soleimani Aghdam, M. Hassanpour Aghdam, M. Paliyat, G. and Farmani, B. 2012. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. *Horticulturae Scientia*. 144: 102-115.

Spanou, C.I. Veskoukis, A.S. Stagos, D. Liadaki, K. Aligiannis, N. Angelis, A. Skaltsounis, A.L. Anastasiadi, M. Haroutounian, S.A. and Kouretas, D. 2012. Effects of Greek legume plant of extracts on xanthine oxidase, catalase and superoxide dismutase activities. *Journal of Physiology and Biochemistry*. 68(1): 37-45.

Subramanian, K. Santhanakrishnan, P. and Balasubramanian, P. 2006. Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. *Scientia Horticulturae*. 107: 245–253.

Varma, A. Abbott, L. Werner, D. and Hampp, R. 2004. The state of art. Plant surface microbiology. *Plant surface microbiology*. Springer, Berlin Heidelberg New York: 1-11.
Varma, A. Verma, S. Sahay, N. Butehorn, B. and Franken, P. 1999. *Piriformospora indica*, a cultivable plant-growth-promoting root endophyte. *Applied Environmental Microbiology*. 65(6): 2741-2744.

Verma, S. Varma, A. Rexer, K.H. Hassel, A. Kost, G. Sarbhoy, A. Bisen, P. Bütehorn, B. and Franken, P. 1998. *Piriformospora indica*, gen. et sp. nov., a new root-colonizing fungus. *Mycologia*. 896-903.

www.SID.ir

Archive of SID

Wang, B. and Qiu, Y.L. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*. 16(5), 299-363.

Xie, M. Zhang, J. and Xie, J. 2003. Relationships between some physio-biochemical changes and senescence during storage in bitter gourd. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*. 24(4): 716-719.

Yamasaki, S. and Dillenburg, L.R. 1999. Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. 11(2):69-75.

Zhu, Y.G. and Miller, R. 2003. Carbon cycling by arbuscular mycorrhizal fungi in soil-plant systems. *Trends in Plant Science*. 8(9): 407-409

www.SID.ir

Archive of SID

Improving Morphological and Physiological Parameters of Rose Flower (Cultivar Bordeaux) by Application of Humic Acid, (*Glomus Etunicatum*) and (*Piriformospora Indica*) Fungies

Mousa Rasouli[*1], Sahar Mirzaei[2], Kourosh Farhadi[3], Mehdi Ghaboli[4]

1- *Corresponding Author and Associate Professor, Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran. mousarasouli@gmail.com*

2- *Assistant Professor, Ornamental Plants Research Centre, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, Iran. sahar_mirzaei81@yahoo.com*

3- *M.Sc. Graduate, Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Malayer University. Malayer, Iran. Kourosh.farhadi2020@gmail.com*

4- *Assistant Professor, Department of Plant Product and Genetic, Malayer University, Malayer, Iran. mehdi.ghabooli@gmail.com*

Received Date: 2019/08/15 **Accepted Date: 2019/11/26**

ABSTRACT

***Introduction*:** Rose (*Rosa hybrida* L.), it is from *Rosacea* family and native of Northern Hemisphere (Anderson, 2006). Today, production of ornamental plants has a great importance in the world. More than one third of their production belongs to rose, in the world and widely it is produced in Iran. Balanced nutrition is one of the most important factors that affect the quality and quantity of roses. This study aimed to investigate the effect of humic acid, endophytic fungus mycorrhiza (*Glomus etunicatum*) and (*Piriformospora indica)* fungi on some of the characteristics of black rose flower (*Rosa hybrida*, cv 'Bordeaux') in the hydroponic media at greenhouse conditions.

***Material and methods*:** This experiment was designed in the frame of completely randomized design (CRD) with 12 treatments in three replications. Treatments were include: 1) foliar application of humic acid in three levels (300, 600, 900 mg/L), 2) humic acid in three levels (300, 600, 900 mg/L) + 50g mycorrhizal fungi (inoculation with root media), 3) *P. indica* fungi in five levels (spore extract Potato Dextrose (PD), Mycelium PD, Mycelium Multiple (M_P), extract of Mp culture media, extract of PD culture media) and control treatment. The traits such as length of flowering stem, length and diameter of corolla, vase life, leaf area, yield, relative water content, activities of peroxidase and catalase, chlorophyll (a, b) and anthocyanins were measured.

***Result and discussion*:** Based on the results, the highest value of flower stem length (64.70 cm), corolla diameter (6.17 cm), vase life (22.11 days), chlorophyll b (3.05 mg/ g FW), anthocyanins (0.93 µg/ g FW) and also the lowest amount of catalase (16.72 µmol/mg min) and peroxidase (6.35 µmol/mg min) activity was obtained with the humic acid (300 mg/L) + (50 g) mycorrhizal fungi treatment. In addition, highest amount of chlorophyll a (3.85 mg/ g FW) was showed in the 300 mg/L humic acid treatment. On the other hand, the highest value of corolla length (6.68 cm), relative water content (0.67%), leaf area (2911.5 mm^2) and yield (17.02 flowers) was observed in spore extract of *P. indica* fungi treatment. Chutichudet *et al*., (2010) showed that mycorhiza fungi treatment could increase stem height in the gerbera cut flower. Neilsen *et al*., (2004) reported that the treatment of 400 mg/l humic acid increased amount of chlorophyll in the plants.

***Conclusion*:** On the base of the results, we concluded that humic acid, Mycorrhiza fungi and endophytic Piriformospora indica fungi treatments coused obvious effects on the black rose cut flower. Application of biologic fertilizers and symbiotic bacteria increased nutrient absorption. Therefore, consumption of the chemical fertilizers was reduced. Also, treatments increased vaselife of flowers. Effect of humic acid on root growth was wonderful, as increased root volume. Humic acid increases plant tolerance to biotic and abiotis stresses and mycorhiza fungi helps in absorbing non-soluble elements. Therefore, qualitative and quantitative parameters of black rose cut flower were increased.

Keywords: Endophytic fungi, Humic acid, Nutrition, Mycorrhiza fungi, Rose.

www.SID.ir