اثر اسید هومیک و قارچ‌های میکوریزا بر برخی ویژگی‌های چمن لولیوم ترکیب اسپیدی گرین

محسن کافی[۱]، نغمه دانشور حکیمی میبدی[۱*]، علی نیکبخت[۲]، فرهاد رجالی[۳]، مرتضی دانشخواه[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۲۲)

چکیده

به منظور بررسی اثر اسید هومیک و قارچ‌های میکوریزا بر کیفیت ظاهری، برخی صفات ریشه و تغییرات کلروفیل چمن، آزمایشی در بهار و تابستان ۱۳۸۸ در محل گلخانه‌های گروه پژوهشی علوم باغبانی دانشگاه تهران اجرا شد. چمن مورد استفاده در این پژوهش، چمن ترکیبی اسپیدی گرین متشکل از سه رقم چمن لولیوم (*Lolium perenne* L.) بود. بعد از اتوکلاو خاک، اضافه کردن قارچ‌های میکوریزا (*Glomus mosseae* و *Glomus intraradices*) به گلدان‌ها و کشت بذرها تا زمان استقرار کامل، به چمن‌ها فرصت کافی برای رشد داده شد. با استقرار چمن‌ها، اسید هومیک در غلظت‌های صفر (به‌عنوان شاهد)، ۱۰۰، ۴۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی برگ‌ها پاشیده شد و تا ۹ هفته بعد از شروع تیمارها، صفات مذکور اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که اسید هومیک بر مقدار کلروفیل‌های a, b و کل، طول ریشه و وزن تر و خشک ریشه معنی‌دار بود، ولی اثری بر کیفیت ظاهری، حجم ریشه و درصد کلونیزاسیون نداشت. قارچ‌های میکوریزا بر تمامی صفات مذکور مؤثر بودند. بین گونه‌های قارچ میکوریزا، گونه *G. mosseae* بر فاکتورهای مربوط به ریشه بهتر از گونه *G. intraradices* عمل کرد. درحالی‌که نتوانست اثر مثبت خود را بر فاکتورهای مربوط به اندام هوایی نشان دهد. درصد کلونیزاسیون هر دو گونه تقریباً یکسان بود. احتمالاً اثر قارچ‌های میکوریزا بر صفات مذکور به‌دلیل تولید آثار شبه‌هورمونی و افزایش توسعه هیف‌ها در خاک با توجه به نوع مایه تلقیح بوده است.

واژه‌های کلیدی: کیفیت چمن، مواد هومیک، توسعه ریشه، کلونیزاسیون

۱. گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

۲. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب کشور، کرج

۴. مرکز آموزش عالی امام خمینی، وزارت جهاد کشاورزی، کرج

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ndaneshvar12@yahoo.com

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.5.0]

مقدمه

در سال‌های اخیر توجه به استفاده از قارچ‌های میکوریزا در کشاورزی و به‌ویژه در بخش باروری خاک، به‌دلیل اثری که می‌تواند بر گیاه بگذارد، بیشتر شده است. قارچ‌های میکوریزا به‌دلیل اثرهای مثبتی که بر رشد و جذب عناصر غذایی از خاک، به‌ویژه عنصر فسفر، دارند به‌عنوان یکی از کودهای بیولوژیک شناخته شده‌اند. بررسی‌ها نشان داده‌اند که ۷۰% توده زنده میکروبی خاک از میسلیوم‌های این قارچ‌ها تشکیل شده است (۲۳). ریشه گیاه زیستگاه مناسبی برای فعالیت این قارچ‌ها ایجاد می‌کند و این گیاهان از طریق این ارتباط در ازای بهبود جذب عناصر غذایی به گیاه، از منابع کربنی تولید شده از گیاه استفاده می‌کنند (۲۹). نتایج برخی از پژوهش‌ها حاکی از اثر مثبت این قارچ بر رشد اندام هوایی و به‌ویژه اندام‌های زیرزمینی و ریشه است (۱۹). هم‌چنین برخی از بررسی‌ها اثر مثبت این قارچ را با افزایش طول و عمق نفوذ ریشه گیاهان در ارتباط با کلونیزاسیونی که این قارچ با ریشه ایجاد می‌کند و در نهایت اثر بر جذب عناصرغذایی، اثبات کرده‌اند (۴ و ۱۰).

به نظر می‌رسد که میسلیوم‌های خارج ریشه‌ای قارچ‌های میکوریزا با پخش شدن روی سیستم ریشه‌ای گیاه میزبان موجب جذب بهتر عناصر غذایی، از جمله فسفر، از خاک شده و به این صورت روی ریشه نیز اثر می‌گذارند (۶ و ۱۷). این افزایش در جذب عناصر غذایی بر رشد گیاه نیز اثر مثبت می‌گذارد (۱۲). به‌علاوه، افزایش جذب عناصر غذایی بر مصرف کودها اثر گذاشته و موجب کاهش نیاز به مصرف کود می‌شود (۱۳). از بحث‌های دیگر، که امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از مواد هومیک و فرآورده‌های آنهاست. اینها گروهی از مواد بیوژن به همراه مواد آلی هتروژن هستند که وزن مولکولی زیاد و رنگ زرد تا سیاه دارند (۳). مواد هومیک از نظر ساختاری بسیار پیچیده بوده، دارای وزن مولکولی حدود ۲۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰ دالتون هستند (۱۸) و اثر شبه‌هورمونی بر رشد و متابولیسم گیاه دارند (۷) که شامل فعالیت‌های اکسین مانند (۵ و ۲۷) و سایتوکینین مانند (۳۳) است. اثر مثبت مواد هومیک بر رشد بسیاری از گیاهان، از جمله خانواده گندمیان، به خوبی اثبات شده است (۷). در پژوهش‌های مختلف روی چمن اگروستیس خزنده (*Agrostis stolonifera* L.) معلوم شده است که این گیاهان در تیمار با اسید هومیک، میزان فتوسنتز، توده ریشه (۲۱، ۳۳ و ۳۴) و طول ریشه (۹) بیشتری داشتند. به نظر می‌رسد که برخی از اثرهای این مواد به‌دلیل جذب بیشتر عناصر غذایی باشد (۷). اروین و همکاران (۱۱) نشان دادند که محلول‌پاشی اسید هومیک روی برگ‌های چمن پوآی (*Poa pratensis* L.)، طول و توده ریشه را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد، ولی اثری بر کیفیت ظاهری ندارد. چن و آویاد (۷) در گزارش مفصل خود اشاره می‌کنند که این ترکیبات موجب بهبود جوانه زدن، رشد بهتر دانهال‌ها بعد از جوانه زدن و افزایش رشد ریشه و ساقه می‌شوند. به نظر می‌رسد که با افزایش غلظت این مواد، رشد تا حد مشخصی افزایش می‌یابد. ولیکن در غلظت‌های بیشتر، اثر بازدارندگی، به‌ویژه در جذب عناصر غذایی، دارند (۷). با توجه به نبود اطلاعاتی در زمینه استفاده همزمان از مواد هومیک و تلقیح با قارچ‌های میکوریزا، این پژوهش به منظور بررسی اثر این تیمارها بر رشد و کیفیت چمن لولیوم، که یکی از گونه‌های مهم چمنی است، در شرایط کنترل شده درون گلخانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر اسید هومیک بر برخی ویژگی‌های چمن مورد نظر، آزمایشی طی سال ۸۹-۱۳۸۸ در محل گلخانه‌های گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل خرد شده، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی، با دو نوع قارچ میکوریزا (*Glomus mosseae* و *G. intraradices*)، چهار غلظت اسید هومیک با چهار تکرار، روی چمن اسپیدی گرین تحت شرایط کنترل شده انجام شد. بذر مورد استفاده برای کاشت در این پژوهش، بذر لولیوم پرنه مخلوط تجاری اسپیدی گرین دارای

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.5.0]

جدول۱. ویژگی‌های خاک مورد استفاده برای آزمایش

ویژگی	مقدار موجود در خاک
شن (%)	۷۹
رس (%)	۷
سیلت (%)	۱۴
فسفر (ppm)	۱۵/۹
نیتروژن (%)	۰/۰۲
پتاسیم (ppm)	۱۲۰
EC (dS/m)	۰/۵۵
pH (۱:۵)	۸/۳

سه رقم "باربال"، "باراژ" و "بارتوینگو" انتخاب شد. مایه تلقیح میکوریزایی که به‌صورت اندام فعال قارچی شامل اسپور، هیف و ریشه از گیاه شبدر و حاوی گونه‌های قارچ‌های میکوریزا (VAM) به نام *Glomus intraradices* و *G. mosseae* بود از مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شد. به منظور مایه‌زنی، از مایه تلقیح به همراه خاک محیط ریشه‌های گیاه شبدر که حاوی اسپور (حدود ۱۷ عدد در هر گرم مایه قارچ) بود استفاده گردید. مایه تلقیح مورد نظر به مقدار ۲۰ گرم در عمق کاشت ریشه‌ها (قبل از پر کردن کامل گلدان) بعد از اتوکلاو خاک و قبل از کشت بذر اضافه گردید. در طول دوره رشد در شرایط گلخانه، رطوبت هر گلدان با افزودن آب در حد ظرفیت زراعی حفظ گردید.

بستر مورد نظر از نوع لوم شنی و شامل مخلوط خاکی ۷۹% شن، ۷% رس و ۱۴% سیلت بود. سایر ویژگی‌های این خاک در جدول ۱ آمده است. گلدان‌های مورد نظر پلی‌اتیلنی، به قطر دهانه ۱۵ و طول ۶۰ سانتی‌متر انتخاب شد. در زیر هر یک از گلدان‌ها برای جلوگیری از خروج خاک و اطمینان از زه‌کشی، شن بادامی درشت ریخته شد. بعد از اتوکلاو خاک و ریختن مایه تلقیح از قبل تهیه شده (همان‌طورکه در بالا ذکر شد)، بذر چمن به میزان ۲۵ گرم در مترمربع کشت شد. بعد از سبز شدن بذرها، آبیاری روزانه و بعد از استقرار کامل چمن‌ها (حدود ۴۰ روز بعد از کاشت) محلول اسید هومیک آماده شده در غلظت‌های مختلف (صفر میلی‌گرم در لیتر به‌عنوان شاهد، ۱۰۰، ۴۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) روی برگ‌های چمن‌هایی که روز قبل از اعمال تیمار در ارتفاع ۴ سانتی‌متری سرزنی شده بودند به‌صورت ماهانه پاشیده شد. برای اطمینان از پاشش یکنواخت روی برگ‌ها، محلول اسید هومیک در محفظه اسپری‌کننده با نازل پخش یکنواخت ریخته شده و حدود ۱/۵ لیتر برای هر تیمار در هر بار پاشش اسپری شد. اسید هومیکی که برای این پژوهش استفاده شد با منشأ لئوناردیت و دارای ۶۱/۲ درصد کربن، ۳/۱۳ گرم در کیلوگرم نیتروژن و ۲/۸۹ گرم در کیلوگرم فسفر بود.

ارزیابی کیفی رنگ چمن‌ها توسط ارزیاب باتجربه و با استفاده از روش موریس (۲۲) انجام شد. به این منظور، اندازه‌گیری در زمان خاصی از روز (۱۰ تا ۱۱ صبح) و به‌صورت مشاهده چشمی، براساس برنامه ملی ارزیابی چمن آمریکا انجام شد (جهت حرکت ارزیاب در تمام تکرارها یکسان بود) و تکرارها از شماره‌های ۱ (زرد) تا ۹ (سبز تیره) نمره‌دهی شدند. برای تعیین مقدار کلروفیل برگ‌ها، هر دو هفته یکبار بعد از اعمال اولین تیمار از هر واحد آزمایشی مقداری برگ چیده و بعد از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از دستگاه طیف‌سنج و به کمک فرمول استارنس و هادلی (۳۰) کلروفیل a، b و کل اندازه‌گیری شد (۱). به منظور تعیین درصد کلونیزاسیون ریشه، از ریشه‌های تازه به‌طور تصادفی به

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.5.0]

میزان حدوداً یک گرم برداشت شد. شستشوی ریشه‌ها با محلول هیدروکسید پتاسیم ۸% انجام شد. سپس ریشه‌ها با تریپن بلو به روش فیلیپس و هیمن (۲۸) رنگ‌آمیزی و درصد کلونیزاسیون به روش تقاطع خطوط شبکه (Gridline intersect method) جیووانتی و موسه (۱۴) اندازه‌گیری شد. برای تعیین فاکتورهای مربوط به ریشه، در انتهای آزمایش و بعد از خالی کردن گلدان‌ها، طول ریشه‌ها با استفاده از خط‌کش و حجم و وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. پس از توزین، ریشه‌ها در داخل پاکت‌های کاغذی قرار گرفتند و در خشک کن با دمای ۷۲ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و سپس وزن خشک آنها ثبت شد. در انتها، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شده و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در نرم‌افزار MSTAT-C استفاده شد.

نتایج

کیفیت ظاهری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و سپس مقایسه میانگین‌های مربوط به داده‌های کیفیت ظاهری نشان داد که اسید هومیک در هیچ‌کدام از غلظت‌های استفاده شده نتوانست اثر معنی‌داری بر کیفیت ظاهری بگذارد. لیکن استفاده از دو گونه قارچ میکوریزا (*G.mosseae* و *G.intraradises*) بر کیفیت ظاهری مؤثر بوده است (جداول ۲ و ۳). همان‌گونه که این جداول نشان می‌دهند استفاده از هر دو گونه قارچ میکوریزا در مقایسه با شاهد اثر معنی‌داری را بر کیفیت ظاهری نمونه‌های مورد بحث داشته است (به‌ترتیب ۱۲ و ۱۱ درصد) ولی بین دو گونه قارچ میکوریزا از نظر اثر بر کیفیت ظاهری تفاوتی وجود نداشت.

کلروفیل

با توجه به نتایج حاصل از جدول ۲، استفاده از هومیک اسید اثر معنی‌داری بر افزایش میزان کلروفیل‌های a ,b و کل داشته است. هر سه غلظت اسید هومیک بر افزایش میزان کلروفیل a و کل اثر داشتند، درحالی‌که تنها غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر افزایش میزان کلروفیل b مؤثر بود. در بین دو گونه قارچ میکوریزا، گونه *G. intraradices* موجب افزایش میزان کلروفیل شد (جدول ۳). در مورد کلروفیل کل، غلظت‌های ۴۰۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، به‌ویژه در چهار هفته بعد از شروع تیمار، اثر مثبتی را بر افزایش میزان کلروفیل کل (به‌ترتیب ۱۹ و ۳۰ درصد) داشت. درحالی‌که در هشت هفته بعد از شروع تیمار، اثر غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ۱۲% بهتر از موقع شروع تیمارها بود (جدول۴). در بین دو گونه قارچ میکوریزا، گونه *G. intraradices*، به‌خصوص در غلظت‌های کم و متوسط اسید هومیک، بر میزان کلروفیل‌های کل و a مؤثر بود (جداول ۵ و۶). درحالی‌که در مورد کلروفیل b، هر دو گونه قارچ میکوریزا اثر معنی‌داری را بر افزایش میزان کلروفیل داشتند.

کلونیزاسیون

همان‌طورکه نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد هیچ یک از غلظت‌های اسید هومیک اثر مثبتی بر میزان کلونیزاسیون قارچ نداشته است و تیمار شاهد نسبت به سایر غلظت‌ها کلونیزاسیون بیشتری را نشان می‌دهد. این در حالی است که کلونیزاسیون به نوع گونه قارچی نیز ارتباطی نداشت (جدول ۳). به‌طوری‌که تفاوتی از لحاظ کلونیزاسیون بین هیچ یک از دو گونه نبود. زمان، اثر مثبتی بر درصد کلونیزاسیون داشت (جدول ۷). هیچ یک از غلظت‌های اسید هومیک بر کلونیزاسیون بعد از اعمال تیمار اثر نداشت، هر چند در طول زمان با سایر غلظت‌ها بهتر شد. ولیکن غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ۳۲ روز بعد از اعمال تیمارها ۱۶% افزایش در میزان کلونیزاسیون داشت که این با روند معمول آن در طول زمان موافق نبود (جدول ۸). هر چند غلظت‌های متوسط و زیاد در شروع کلونیزاسیون تأثیر مثبتی بر این صفت نداشتند، ولی تیمار شاهد (غلظت صفر میلی‌گرم در لیتر) با گذشت زمان (۴۲ روز) ۲۰% افزایش در میزان کلونیزاسیون نسبت به سایر غلظت‌ها داشت و در مجموع بهتر از سایر غلظت‌ها عمل کرد (جدول ۸). بین دو گونه قارچ،

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.5.0]

جدول ۲. اثر تیمارهای مختلف هومیک اسید بر برخی صفات کمی و کیفی چمن اسپیدی گرین

تیمارها	فاکتورهای مربوط به ریشه				مقدار کلروفیل موجود در برگ (میلی‌گرم در گرم وزن تر)			
	طول (cm)	حجم (میلی‌لیتر)	وزن تر (g)	وزن خشک (g)	کیفیت ظاهری	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	درصد کلونیزاسیون
شاهد	۳۵/۴۲ b	۷۴۵ a	۴۰/۸۶ b	۸/۴۶ b	۷/۵۳ a	۳/۰۵ b	۰/۵۵ b	۳/۶۰ b	۴۴/۴۹ a
۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳۵/۶۷ ab	۷۵۱ a	۴۲/۹۵ ab	۸/۶ b	۷/۷۹ a	۳/۳۳ a	۰/۵۸ b	۳/۸۵ a	۳۹/۸۹ b
۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳۶/۷۵ ab	۷۵۴ a	۴۳/۸۷ a	۹/۶۵ a	۷/۵۴ a	۳/۲۳ a	۰/۶۰ ab	۳/۸۴ a	۳۸/۰۸ b
۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳۹/۰۸ a	۷۵۰ a	۴۵/۲۵ a	۸/۶۵ b	۷/۳۰ a	۳/۲۰ a	۰/۶۵ a	۳/۸۴ a	۳۸/۷۶ b

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵٪ آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳. اثر قارچ‌های میکوریزا بر برخی صفات کمی و کیفی چمن اسپیدی گرین

تیمارها	فاکتورهای مربوط به ریشه				مقدار کلروفیل موجود در برگ (میلی‌گرم در گرم وزن تر)			
	طول (cm)	حجم (میلی‌لیتر)	وزن تر (g)	وزن خشک (g)	کیفیت ظاهری	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	درصد کلونیزاسیون
شاهد	۳۲/۸۱ b	۷۴۶/۵۶ b	۳۷/۵۸ c	۶/۶۱ b	۶/۹۲ b	۳/۱۲ b	۰/۵۲ b	۳/۶۹ b	-
G. mosseae	۳۸/۶۹ a	۷۴۶/۸۸ b	۴۴/۱۸ b	۹/۶۸ a	۷/۸۸ a	۳/۱۷ b	۰/۶۳ a	۳/۷۰ b	۴۰/۸۹ a
G. intraradices	۳۸/۶۹ a	۷۵۷/۵۰ a	۴۷/۹۴ a	۱۰/۲۵ a	۷/۸۱ a	۳/۳۱ a	۰/۶۴ a	۳/۹۵ a	۳۹/۷۷ a

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵٪ آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.5.0]

جدول ۴. اثر زمان و غلظت اسید هومیک بر میزان کلروفیل کل (درصد)

	روز بعد از اعمال تیمار			
تیمار اسید هومیک	صفر	۱۴	۲۸	۵۶
شاهد	۳/۲۷ h	۳/۲۸ gh	۴/۰۹ cd	۳/۷۶ fgh
۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳/۴۵ gh	۳/۵۸ fg	۴/۲۸ ab	۳/۹۰ de
۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳/۲۵ h	۳/۹۶ de	۴/۶۵ a	۳/۴۹ ef
۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳/۵۸ gh	۳/۴۲ gh	۴/۲۷ bc	۴/۱۰ cd

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵% آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۵. اثر غلظت اسید هومیک و گونه قارچ میکوریزا بر میزان کلروفیل کل (درصد)

تیمار اسید هومیک	شاهد (بدون تلقیح)	*G. mosseae*	*G. intraradices*
شاهد	۳/۵۳ ef	۳/۴۲ f	۳/۸۵ bc
۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳/۵۷ def	۳/۸۰ bcd	۴/۱۸ a
۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳/۹۱ b	۳/۶۰ c-f	۴ ab
۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳/۷۹ bcd	۳/۹۶ ab	۳/۷۸ b-e

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵% آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

گونه *G. mosseae* در ابتدا رشد بهتری را نسبت به گونه *G. intraradices* داشت، ولی با گذشت زمان تأثیر هر دو گونه قارچی بر میزان کلونیزاسیون به یک میزان شد (جدول ۷).

صفات مربوط به ریشه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های مربوط به صفات ریشه (جدول ۲) نشان می‌دهد که گرچه هومیک اسید اثر معنی‌داری بر حجم ریشه نداشت، اما بر وزن تر و خشک و طول ریشه معنی‌دار بود. هر دو گونه قارچ توانستند بر کلیه صفات مربوط به ریشه اثر معنی‌داری بگذارند (جدول ۳). با مقایسه بین قارچ‌های میکوریزا و شاهد، هر دو گونه نسبت به شاهد اثر بیشتری بر طول و وزن خشک ریشه داشتند. گرچه گونه *G. intraradices* بر حجم و وزن تر اثر معنی‌دارتری داشت، ولی گونه *G. mosseae* تقریباً همانند شاهد عمل کرد. در بین غلظت‌های اسید هومیک، غلظت‌های ۴۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بعد از آن غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین اثر را بر وزن تر داشتند.

بحث

فتوسنتز یکی از فرآیندهای مهم در گیاهان است زیرا کربوهیدرات‌ها از طریق این فرآیند تأمین می‌شوند. از طرفی، هر چقدر میزان رنگدانه‌های عامل فتوسنتز در گیاهان بیشتر باشد بر سرسبزی و زیبایی گیاه تأثیر بیشتری خواهد داشت. این فاکتور نقش مهمی در رشد گیاه داشته و در شرایط بروز تنش می‌تواند موجب برگشت گیاه به حالت اول گردد. برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که افزایش رنگدانه‌های فتوسنتز کننده (کلروفیل) موجب اثر بر فتوسنتز و افزایش مقدار کربوهیدرات‌ها می‌شود (۳۱). یکی از اثرهای مشترک مواد هومیک و قارچ‌های میکوریزا، افزایش مقدار فتوسنتز از طریق اثر بر مواد محرک رشد گیاه از جمله سایتوکینین (۳) و جذب عناصر غذایی می‌باشد. نتایج پژوهش چن و همکاران (۸) روی گیاه چمنی اگروستیس خزنده نشان داد که با استفاده از مواد هومیک، مقدار

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.5.0]

جدول ۶. اثر متقابل تیمار اسید هومیک و قارچ میکوریزا بر میزان کلروفیل a (درصد)

تیمار اسید هومیک	شاهد (بدون تلقیح)	*G. mosseae*	*G. intraradices*
شاهد	۰/۶۱ a-d	۰/۴۱ e	۰/۶۳ a-d
۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۰/۵۵ bcd	۰/۵۲ cde	۰/۶۵ ab
۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۰/۶۵ abc	۰/۵۰ de	۰/۶۶ abc
۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۰/۶۵ a	۰/۵۰ abc	۰/۶۶ a-d

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵% آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۷. تأثیر زمان و قارچ میکوریزا بر میزان کلونیزاسیون (درصد)

	روز بعد از اعمال تیمار اسید هومیک		
قارچ میکوریزا	۱۸	۳۲	۴۶
G. mosseae	۴۰/۶۶ a	۴۰/۶۷ a	۴۱/۳۴ a
G. intraradices	۳۶/۶۸ b	۳۹/۸۴ a	۴۲/۶۲ a

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵% آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

کلروفیل به‌دلیل تأمین عناصر کم مصرف از جمله آهن و روی، بیشتر است. نتایج این پژوهش هم‌چنین با نتایج ناردی و همکاران (۲۵) در توافق است که بیان کردند استفاده از اسید هومیک و فولویک اسید، چه به‌صورت کاربرد در محلول غذایی و چه به‌صورت اسپری، می‌تواند موجب افزایش فتوسنتز و تنفس شود. شاید دلیل افزایش میزان کلروفیل، ویژگی‌های شبه‌سیتوکینینی این مواد باشد که موجب تأخیر در پیری و کاهش میزان تخریب کلروپلاست‌ها نیز می‌شود.

افزایش میزان کلروفیل می‌تواند بر کیفیت و زیبایی گیاهان چمنی تأثیر بگذارد. با نگاهی گذرا به نتایج مربوط به کلروفیل (جداول ۲ و ۳) می‌توان افزایش کیفیت ظاهری را با توجه به غلظت‌های اسید هومیک و قارچ‌های میکوریزا توضیح داد. هر چند در پژوهش حاضر هیچ یک از غلظت‌های اسید هومیک تأثیری بر کیفیت ظاهری نداشت، ولی به‌دلیل تأثیر بر میزان کلروفیل و تأثیرات هورمونی احتمالی می‌توان افزایش کیفیت ظاهری را در بلندمدت توجیه کرد. این نتایج با تحقیقات لیو و کوپر (۲۰) روی اگروستیس خزنده در توافق است که نشان دادند استفاده از مواد هومیک در هیچ یک از غلظت‌های استفاده شده اثر مثبتی بر کیفیت چمن ذکر شده نداشته است. هرچند پژوهش‌های بسیاری از پژوهشگران نشان داده که استفاده از مواد هومیک موجب افزایش کیفیت ظاهری می‌شود (۳۴). هم‌چنین قارچ‌های میکوریزا با اثر بر سیستم ریشه از طریق ایجاد هیف و گسترش این سیستم در طول ریشه و اثر بر جذب عناصر و رشد، موجب تحمل شرایط نامساعد محیطی می‌گردند (۳۲). در واقع، حضور ریسه‌های خارجی این قارچ‌ها به‌عنوان ادامه سیستم ریشه‌ای گیاه میزبان موجب می‌شود تا ریشه‌ها جذب آب و عناصر غذایی بیشتری نسبت به ریشه‌های بدون قارچ میکوریزا داشته باشند. داشتن سیستم ریشه‌ای وسیع‌تر و فعال‌تر موجب می‌شود تا گیاه حتی در غلظت‌های کم عناصر غذایی، تحمل بهتری نسبت به شرایط محیطی داشته باشد.

از دیدگاه کافی و همکاران (۱۶) اثر اسید هومیک در خصوص وزن تر مشهودتر از وزن خشک است. در بین غلظت‌ها، ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین اثر را بر وزن خشک داشت. ولیکن غلظت‌های دیگر نتوانستند بر وزن خشک اثر

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.5.0]

جدول ۸. اثر زمان و غلظت اسید هومیک بر میزان کلونیزاسیون (درصد)

	روز بعد از اعمال تیمار		
تیمار اسید هومیک	۱۸ روز	۳۲ روز	۴۶ روز
شاهد	۴۰/۲۳ bcd	۴۲/۷۲ bc	۵۰/۵۱ a
۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳۹/۱۱ bcd	۳۷/۲۵ d	۴۳/۳۱ b
۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳۸/۶۵ cd	۳۸/۴۱ cd	۳۷/۱۶ d
۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳۶/۷۰ d	۴۲/۶۴ bc	۳۶/۹۲ d

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵% آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

معنی‌داری ایجاد کنند. در مجموع، توسعه ریشه توسط پاشش اسید هومیک بهبود نیافت. شاید دلیل این امر در تماس نبودن اسید هومیک با ریشه باشد (۲۵). چن و همکاران (۸) نشان دادند که رشد ریشه در گیاه چمنی اگروستیس خزنده تیمار شده با هومیک اسید به‌دلیل تأمین عناصر آهن و روی بیشتر است. برخی از محققین مثل موسکولو و همکاران (۲۴) و ناردی و همکاران (۲۶) هم نشان دادند که مواد هومیک ریشه‌دهی را به‌دلیل فعالیت‌های اکسین مانند افزایش می‌دهد. شاید اثر مثبت بر افزایش فاکتورهای مربوط به ریشه، به‌جز اثر شبه‌هورمونی، به‌دلیل بهبود جذب عناصر غذایی از جمله فسفر باشد. لیو و کوپر (۲۰) نشان دادند که هرچند اسید هومیک بر برخی ویژگی‌های ریشه مؤثر بود، ولی بر طول ریشه اثر نداشت. آنها نشان دادند که در صورت استفاده از این مواد به‌صورت گرانوله و در کنار ریشه، نسبت به پاشش بر برگ، اثر بیشتری قابل مشاهده است.

قارچ را بر فاکتورهای مورد بررسی مشاهده کرد. در بین غلظت‌های اسید هومیک، غلظت متوسط اثر بهتری را بر فاکتورهای مورد بررسی داشت. درحالی‌که در غلظت‌های زیاد، اثر این مواد تقریباً همانند شاهد بود. در مجموع، اثر قارچ میکوریزا گونه *G. intraradices* بر صفات مربوط به اندام‌های هوایی بهتر بود. درحالی‌که *G .mosseae* بیشتر بر اندام‌های زیرزمینی مؤثر بود. با توجه به اهمیت استفاده از قارچ‌های میکوریزا در مبحث باروری خاک و کاهش نیاز به کودهای شیمیایی و اهمیت مواد هومیکی در زمینه‌های مختلف، نیاز به پژوهش‌های بیشتری در تأیید اثرهای مثبت این ترکیبات و اثر متقابل آنها بر مکانیسم‌های گیاهان چمنی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده و پیش زمینه در مورد اثر مواد هومیک و قارچ‌های میکوریزا، می‌توان اثر مثبت هر دو گونه

منابع مورد استفاده

۱. اعتمادی، ن. ۱۳۸٤. بررسی تنوع ژنتیکی، تحمل به خشکی و خصوصیات ظاهری جمعیت‌های گیاه چمنی مرغ (*Cynodon dactylon* L.). رساله دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه تهران.

۲. رجالی، ف. ۱۳۸٤. مروری اجمالی بر همزیستی میکوریزی، قسمت اول: مبانی و کاربردها. مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور، تهران.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.5.0]

3. Aiken, G. R., D. M. McKnight, R. L. Wershaw and P. MacCarthy. 1985. An introduction to humic substances in soil, sediment and water, PP. 1-9. *In:* Aiken, G .R. (Ed.), Humic Substances in Soil, Sediment, and Water: Geochemistry, Isolation, and Characterization. John Wiley, Inc., N. Y., 692 p.
4. Asghari, H. R., D. J. Chittleborough, F. A. Smith and S. E. Smith. 2005. Influence of arbuscular mycorrhizal (AM) symbiosis on phosphorus leaching through soil cores. Plant Soil 275: 181-193.
5. Atiyeh, R. M., S. Lee and C. A. Edwards. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresour. Technol. 84: 7-14.
6. Butler, T. and A. Hunter. 2008. Impact of microbial inoculant application on *Agrostis stolonifera* var. 'Penn A4' performance under reduced fertilisation. Acta Hort. 783, 600 p.
7. Chen, Y. and T. Aviad. 1990. Effects of humic substances on plant growth. PP. 161-186. *In:* MacCarthy, P., C. E. Clapp, R. L. Malcolm and P. R. Bloom (Eds.), Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings, ASA and SSSA, Madison, WI.
8. Chen, Y., C. E. Clapp, H. Magen and V. W. Cline. 1999. Stimulation of plant growth by humic substances: Effects on iron availability. PP. 255-263. *In:* Ghabbour, E. A. and G. Davies (Eds.), Understanding Humic Substances, Royal Society of Chemistry, Cambridge.
9. Cooper, R. J., C. Liu and D. S. Fisher. 1998. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. Crop Sci. 38(6): 1639-1644.
10. Dunbabin, V., A. Diggle and Z. Rengel. 2003. Is there an optimal root architecture for nitrate capture in leaching environments? Plant Cell Environ. 26(6): 835-844.
11. Ervin, E. H., X. Zhang and J. C. Roberts. 2008. Improving root development with foliar humic acid applications during Kentucky bluegrass sod establishment on sand. Acta Hort. 783, 600 p.
12. Furlan, V. 1993. Large scale application of endomycorrhizal fungi and technology transfer to the farmer. Abstracts of the 9th North Am. Conf. on Mycorrhizae, 8-12 August, Guelph, Ont., Canada.
13. Gemma, J. N., R. E. Koske, E. M. Roberts and N. Jackson. 1997. Enhanced establishment of bentgrasses by arbuscular mycorrhizal fungi. J. Turfgrass Sci. 73: 9-14.
14. Giovanetti, M. and B. Mosse. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84: 489-500.
15. Hunter, A. and A. Anders. 2004. The influence of humic acid on turfgrass growth and development of creeping bentgrass. Acta Hort. 661: 257-264.
16. Kafi, M., M. Babalar, A. Nikbakht, H. Ebrahimzade, N. Etemadi and S. Samavat. 2009. Effect of humic acid spray on nutrients uptake, protein content and postharvest life of *Gerbera jamesonii* cv. Malibu. Iran. Hort. Sci. 40(1): 69-75.
17. Khan, A.G., C. Kuek, T. M. Chaudhry, C. S. Khoo and W. J. Hayes. 2000. Role of plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation. Chemosphere 41: 197-207.
18. Kuckersan, S., K. Kuckersan, I. Colpan, E. Goncuoglu, Z. Reisli and D. Yesilbag. 2005. The effects of humic acid on egg production and egg traits of laying hen. Vet. Med. Czech. 50: 406-410.
19. Kungu, J. B. 2008. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza (vam) fungi inoculation on growth performance of *Senna spectabilis*. Pakestanian J. Bot. 40(5): 2217-2224.
20. Liu, C. and R. J. Cooper. 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. Golf Course Manage. 68(10): 49-53.
21. Liu, C. R., J. Cooper and D. C. Bowman. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. Hort. Sci. 33: 1023-1025.
22. Morris, K. N. 2002. National bentgrass (fairway/tee) tests 1999-2002 data. National Turfgrass Evaluation Program, Beltsville, Maryland.
23. Mukerji, K. G. and B. P. Chamola. 2003. Compendium of Mycorrhizal Research. A. P. H. Publisher, New Delhi, 310 p.
24. Muscolo, A., F. Bavolo, F. Gionfriddo and S. Nardi. 1999. Earthworm humic matter produced auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. Soil Biol. Biochem. 31: 1303-1311.
25. Nardi, S., D. Pizzeghello, F. Reniero and N. Rascio. 2000. Chemical and biochemical properties of humic substances isolated from forest soils and plant growth. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 639-645.
26. Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo, and A. Vianello. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biol. Biochem. 34: 1527-1536.
27. O'Donnell, R. W. 1973. The auxin-like effects of humic preparations from leonardite. Soil Sci. 116(2): 106-112.
28. Philips, J. M. and D. S. Hayman. 1970. Improved procedure for clearing roots and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. British Mycol. Soc. 55: 158-160.
29. Smith, S. E. and D. J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, 587 p.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.5.0]

30. Starnes, W. J. and H. H. Hadley. 1965. Chlorophyll content of various strains of soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. Crop Sci. 5(1): 9-11.
31. Tejada, M. and J. L. Gonzalez. 2003. Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. Biol. Agric. Hort. 21: 277-291.
32. Turk, M. A., T. A. Assaf, K. M. Hameed and A. M. Al-Tawaha. 2006. Significance of mycorrhizae. World J. Agric. Sci. 2(1): 16-20.
33. Zhang, X. and E. H. Ervin. 2004. Cytokinin containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. Crop Sci. 44: 1737-1745.
34. Zhang, X., E. H. Ervin and R. E. Schmidt. 2003. Physiological effects of liquid applications of a seaweed extract and a humic acid on creeping bentgrass. J. Am. Soc. Hort. Sci. 128(4): 492-496.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.5.0]