

اثر مواد اصلاحی آلی، شیمیایی و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های مورفو-فیزیولوژیک نهال‌های پسته در شرایط مزرعه

اعظم رضوی نسب^۱، امیر فتوت^{۲*}، علیرضا آستارایی^۳ و احمد تاج آبادی پور^۴

- ۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی (مریی) دانشگاه پیام نور، ایران
- ۲- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
- ۳- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
- ۴- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ایران

تاریخچه مقاله	چکیده
دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۰۵ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۰۷/۱۵	اصلاح خاک‌های شور-سدیمی زیر کشت پسته می‌تواند منجر به بهبود رشد و نمو و به دنبال آن، افزایش این محصول استراتژیک گردد. در این راستا، آزمایشی به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، جهت بررسی تاثیر مواد آلی (کمپوست زباله شهری و کود گاوی) به میزان ۱۵ تن در هکتار، مواد شیمیایی (گچ و گوگرد عنصری) به میزان ۱۰ تن در هکتار و روش‌های مصرف اسید هیومیک (عدم مصرف، مصرف خاکی ۴۰ لیتر و محلول پاشی ۲/۵ لیتر در هکتار)، در مزرعه ایزدپاران در ۳۰ کیلومتری جنوب سیرجان اجرا شد. مواد اصلاحی آلی و شیمیایی در اسفند ۱۳۹۰ همزمان با کاشت نهال پسته یک ساله (رقم بادامی سیرجان)، در گودال کاشت ریخته و تیمار اسید هیومیک در اوایل خرداد سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ اعمال و ویژگی‌های مورفو-فیزیولوژیک نهال‌ها در اوایل مرداد سال دوم اندازه‌گیری شد. نتایج (با احتمال ۵٪ معنی‌دار) نشان داد که کاربرد کمپوست و گچ باعث بهبود برخی ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه می‌گردد؛ درحالی‌که کاربرد گوگرد و مصرف خاکی اسید هیومیک بیشتر بر ویژگی‌های فیزیولوژیک اثر فزاینده دارد. بهترین برهمکنش مواد آلی و شیمیایی موثر بر ویژگی‌های مورفولوژیک به ترکیب گچ و کود گاوی و در ویژگی‌های فیزیولوژیک به ترکیب گوگرد و کمپوست تعلق گرفت. در برهمکنش مواد آلی و اسید هیومیک، کاربرد کود گاوی به همراه محلول پاشی اسید هیومیک، فقط باعث افزایش کلروفیل کل گردید. بهترین برهمکنش مواد اصلاحی شیمیایی و اسید هیومیک نیز از همراهی گوگرد و مصرف خاکی اسید هیومیک بدست آمد که این برهمکنش باعث افزایش برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گردید.
کلمات کلیدی: کمپوست زباله شهری، کود گاوی، گچ، گوگرد، اسید هیومیک، پسته، ویژگی مورفو-فیزیولوژیک	
* عهده دار مکاتبات Email: afotovat@um.ac.ir	

مقدمه

پسته^۱ گیاهی نیمه گرمسیری از خانواده آناکاردیاسه^۲ است که دارای ویژگی‌های بالقوه‌ای از نظر سازگاری با شرایط نامساعد محیطی می‌باشد. ایران هم‌اکنون مهم‌ترین و بزرگ‌ترین صادرکننده پسته بوده و سطح زیرکشت باغ‌های پسته ایران بیش از ۴۲۰۰۰۰ هکتار است که ۷۸/۶۲٪ آن متعلق به استان کرمان است و تولید محصول سالانه کشور حدود ۲۵۰ هزار تن پسته خشک می‌باشد (۲۷). ارزش تولید این محصول گرانبها و بی‌نظیر حدود ۱۴ درصد از درآمدهای غیر نفتی کشور می‌باشد. مشکلات مربوط به شوری و کم آبی حاشیه کویر از یک سو و خشکسالی‌های اخیر توام با مسائل عدیده از سوی دیگر باعث شده است تا این محصول تنها با تکیه بر تحقیقات و فناوری پیشرفته قادر به ادامه حیات باشد (۱). بالا بودن املاح محلول، مقدار بسیار کم ماده آلی و عدم وجود تعادل در عناصر غذایی خاک در مناطق پسته کاری، باعث شده است تا عملکرد این محصول استراتژیک بسیار کمتر از حد مورد قبول باشد. در این مناطق درختان سالیان زیادی از ذخیره عناصر غذایی خاک استفاده نموده‌اند، بدون این که به جبران و جایگزینی علمی آنها توجه گردد (۲). استفاده از کودهای آلی در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت ریزجانداران مفید خاک، با فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم، موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌گردد (۲۲). کودهای آلی علاوه بر نقش مثبتی که در اصلاح فیزیکی خاک از جمله افزایش خلل و فرج خاک، افزایش قدرت نگهداری آب توسط خاک و تنظیم رطوبت، افزایش رشد ریشه، افزایش عوامل ماکرو و میکرو بیولوژی خاک و در نتیجه بهبود خواص بیولوژی و بیوشیمیایی خاک به دلیل فعالیت موجودات زنده در قشر زراعی خاک بازی می‌کنند، بر بهبود

شیمیایی خاک هم اثرگذار هستند و باعث افزایش مواد آلی و معدنی خاک می‌شوند و موجبات بهبود وضعیت تغذیه گیاه و ازدیاد محصول را فراهم می‌سازند (۷). ماده آلی خاک در سمیت زدایی خاک نیز نقش بسیار مهمی دارد، زیرا با کاتیون‌های خاک و فلزات سنگین پیوند قوی تشکیل می‌دهد (۲۸). یکی از این مواد آلی کودهای دامی حاصل از دامداری‌ها و دیگری کمپوست زباله شهری است. از آنجایی که انباشت زباله در شهرهای بزرگ به مشکل بزرگی تبدیل شده است، یکی از راه حل‌های متداول آن تبدیل زباله شهری به کمپوست و استفاده از آن در کشاورزی است که علاوه بر دفع صحیح زباله‌های قابل تخمیر، جمع‌آوری این نوع زباله را نیز از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌سازد. کمپوست زباله شهری با بهبود وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک می‌تواند در شرایط شور-سدیمی، با افزایش مقدار کربن خاک و افزایش نسبت کربن به نیتروژن، موجب افزایش هم‌آوری ذرات خاک به ویژه در خاک‌های سدیمی که دارای انتشار ذرات خاک ناشی از سدیم زیاد شود، شده و به دنبال آن باعث بهبود وضعیت زهکشی و افزایش کارایی عملیات آبتشویی گردد و بر روابط آب و خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی، افزایش فعالیت ریزجانداران و آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف اثرات مثبتی داشته باشد. افزایش نسبت اسید هیومیک به اسید فولویک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، کمک به حفظ کاتیون‌های حیاتی و مورد نیاز گیاه، افزایش مقدار تنفس و حجم دی اکسید کربن آزاد شده در خاک و به دنبال آن افزایش آنزیم‌های مهم خاک همچون اوره‌آز، فسفاتاز و هیدروژناز بویژه در شرایط بحرانی خاک‌های شور-سدیمی، می‌تواند کمک قابل ملاحظه ای برای حفظ حیات و رشد گیاه از طریق افزایش حاصل‌خیزی در خاک‌های شور-سدیمی باشد

ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌های شور-سدیمی می‌تواند با کاربرد گچ یا بدون کودهای حیوانی به عنوان اصلاح کننده، برای استفاده پایدار از خاک و بهره‌وری روزافزون کشت و کار و افزایش رشد و عملکرد، سودمند باشد (۳۶). از سوی دیگر در خاک‌های آهکی استفاده از گوگرد به عنوان یک ماده اسیدزا به منظور افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی و کاهش pH کاربرد زیادی دارد (۱۵). گوگرد و ماده آلی به علت تاثیری که بر شرایط شیمیایی خاک نظیر کاهش pH دارند، موجب افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی می‌گردند (۱۱). استفاده از کودهای آلی جهت افزایش و یا حفظ حداقل حاصل‌خیزی خاک و افزایش عملکرد اجتناب ناپذیر است؛ از سوی دیگر با توجه به شرایط آهکی خاک‌های ایران به خصوص مناطق پسته کاری، pH خاک از مهم‌ترین عوامل در تبادل کاتیونی، حلالیت و حرکت یون‌ها، جذب عناصر غذایی و همچنین فعالیت ریزجانداران خاک محسوب می‌شود. تحقیقات نشان داده است که اگر در جهت تعدیل pH خاک از مواد آلی و مواد شیمیایی اسیدزا استفاده گردد، به دنبال آن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اصلاح خواهد شد (۲۳).

استان کرمان بزرگ‌ترین قطب تولید پسته جهان، در مرکز ایران واقع شده و با مشکلاتی همچون شور-سدیمی بودن و آهکی بودن خاکها، pH بالا، کمبود شدید مواد آلی خاک و مدیریت ضعیف مواجه است (۱۳). این پژوهش در شرایط مزرعه و در جهت بررسی اثر هم‌زمان مواد اصلاحی آلی (کمپوست زباله شهری و کود گاوی) و شیمیایی (گچ و گوگرد)، ارزان و در اختیار کشاورز و اسید هیومیک به عنوان بهبود دهنده رشد، بر برخی ویژگی‌های مورفو- فیزیولوژیک نهال‌های پسته انجام گرفت.

از سوی دیگر اسید هیومیک قابلیت تولید گیاه و حاصل‌خیزی خاک را با افزایش جذب عناصر غذایی مورد نیاز از طریق تشکیل کلات‌های عناصر کم مصرف و در نتیجه افزایش قابلیت دسترسی زیستی آنها و افزایش رشد گیاه و به دنبال آن افزایش سیستم ریشه و ترشحات آن، افزایش می‌دهد. مطالعات زیادی نشان داده‌اند که در ترکیبات هیومیکی خصوصیت تحریک کننده رشد وجود دارد (۱۶). گزارش شده است که غلظت کمی از اسید هیومیک (۶۰-۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) باعث افزایش رشد گیاه به طور معنی‌داری می‌شود. در این پژوهش، محققان نشان دادند که ریشه‌ها بیشتر از اندام هوایی تحت تاثیر ترکیبات هیومیکی قرار می‌گیرند. افزایش زیست توده ریشه نقش مهمی در تامین حاصل‌خیزی خاک‌هایی که مقدار ماده آلی کمی دارند، بازی می‌کند. آنها دریافتند که احتمالاً این اثرات مثبت به برهمکنش مستقیم مواد هیومیکی با فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیسمی گیاه برمی‌گردد (۲۵). اسید هیومیک به‌طور معنی‌داری تبخیر را کاهش می‌دهد و به‌ویژه در خاک‌های خشک، با درصد رس کم، موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود و کاربرد آن در خاک موجب کاهش ۲۵ تا ۵۰ درصدی مصرف آب می‌شود که از لحاظ اقتصادی به‌ویژه در مناطق خشک بسیار قابل توجه است. در بسیاری از مواقع از اسید هیومیک به‌عنوان بهبود دهنده رشد استفاده می‌شود؛ زیرا مواد هیومیکی به ابقا و نگه داشتن عناصر غذایی حاصل از مواد آلی و یا کودهای شیمیایی کمک می‌کنند (۴).

گچ و گوگرد از جمله مواد اصلاح کننده شیمیایی پرکاربرد می‌باشند که در خاک‌های شور-سدیمی، بسیار قابل استفاده هستند. گچ از طریق افزایش غلظت کلسیم یا انحلال کلسیم موجود در خاک، موجب جایگزینی کلسیم با سدیم تبدلی در خاک‌های سدیمی و شور-سدیمی می‌شود (۳۴). کلسیم قادر است اثرات شدید سدیم را در گیاه کاهش دهد (۱۴).

مواد و روش‌ها

این مطالعه در باغ پسته تازه احداث شده متعلق به شرکت ایزدیاران، در روستای ایزدآباد شریف، در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان سیرجان (۲۹ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و ۵۵ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی) واقع در استان کرمان انجام شد. میانگین بیشینه و کمینه دما در این منطقه به ترتیب ۴۰ و ۸- درجه سلسیوس بوده و متوسط بارندگی سالانه ۱۵۰ میلی‌متر است که اغلب در زمستان رخ می‌دهد. خاک مورد نظر شور-سدیمی است (جدول ۱) و این آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. کرت اصلی شامل دو نوع ماده اصلاحی آلی (کود گاوی، از گاوداری شرکت فوق و کمپوست زباله شهری از شهرداری کرمان (جدول ۲)، هر کدام به مقدار ۱۵ تن در هکتار، معادل ۴۰۰ گرم در هر گودال و کرت فرعی شامل دو نوع ماده اصلاحی شیمیایی (پودر گچ (سولفات کلسیم دو آبه) و پودر گوگرد عنصری با درجه خلوص ۸۰ درصد، هر کدام به مقدار ۱۰ تن در هکتار، معادل ۲۷۰ گرم در هر گودال)، و کرت فرعی در فرعی شامل روش مصرف اسید هومیک با برند تجاری هیوماکس^۱ (اسید هیومیک ۱۲٪، اسید فولویک ۳٪ و اکسید پتاسیم ۳٪) در سه حالت عدم مصرف، مصرف خاکی (۴۰ لیتر در هکتار) و محلول پاشی (۲/۵ لیتر در هکتار) می‌باشد. در اوایل اسفند ۱۳۹۰، قبل از کاشت به علت بالا بودن شوری خاک (۱۰/۷۵ دسی زیمنس بر متر) سطح خاک مزرعه با مقدار فراوان آب با کیفیت مناسب (۱/۱ دسی زیمنس بر متر) غرقاب گردید تا عملیات شستشو آغازین انجام شود. بعد از رسیدن رطوبت خاک به ۵۰ درصد حد ظرفیت مزرعه، عملیات حفر گودال کشت توسط مته حفاری به عمق ۵۵ سانتیمتر و قطر ۴۰ سانتیمتر آغاز شد. نهال پسته از رقم بادامی سیرجان و از نهالستان شرکت ایزدیاران سیرجان تهیه و در سه ردیف ۱۲ تایی با فاصله روی ردیف سه و

جدول (۱) برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Property ویژگی	Value مقدار
هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹)	10.75
واکنش خاک pH	8.6
درصد آهک % T.N.V	15.5
گچ CaSO ₄ .2H ₂ O (meq 100gr ⁻¹)	8.8
درصد رس %Clay	9
درصد شن % Sand	44
درصد سیلت %Silt	47
بافت خاک Texture	Loam
درصد کربن %OC	0.35
نسبت جذب سدیم SAR	20.38
درصد سدیم تبادل ESP	23.51
درصد نیتروژن %N	0.03
فسفر قابل جذب (mgKg ⁻¹)	25
پتاسیم قابل جذب (mgKg ⁻¹)	276
آهن قابل جذب (mgKg ⁻¹)	1
منگنز قابل جذب (mgKg ⁻¹)	0.53
روی قابل جذب (mgKg ⁻¹)	0.17
مس قابل جذب (mgKg ⁻¹)	0.63

جدول (۲) برخی ویژگی‌های کودهای آلی مورد استفاده

کود گاوی Cow manure	کمپوست زباله شهری Municipal Solid Waste Compost	ویژگی Property
15	11	هدایت الکتریکی EC (dSm ⁻¹)
7.7	7.9	pH
19.6	12.15	درصد کربن %OC
1.73	1.06	نیتروژن %N
1240	200	فسفر P (mgKg ⁻¹)
25200	4200	پتاسیم K (mgKg ⁻¹)

به کود گاوی گردید و کود گاوی بر هیچکدام از ویژگی‌های مورفولوژیکی اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴). ماده اصلاحی شیمیایی گچ باعث افزایش بعضی دیگر ویژگی‌ها از جمله میانگین طول شاخه‌های فرعی (۴/۵۴٪) و فاصله میانگره‌ها (۱۹/۳۵٪) نسبت به مصرف گوگرد گردید (جدول ۵). مصرف خاکی اسید هیومیک نیز باعث افزایش ۱۷/۱۲ درصدی ارتفاع نهال نسبت به عدم مصرف اسید هیومیک شد و در این مورد بین مصرف خاکی و محلول پاشی اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد؛ از سوی دیگر مصرف خاکی اسید هیومیک باعث کاهش معنی‌دار ۲۵/۴۴ و ۱۱/۷۴ و ۱۶/۴۲ درصدی تعداد برگ، طول شاخه فرعی و تعداد شاخه فرعی نسبت به عدم مصرف آن گردید. همچنین محلول پاشی اسید هیومیک باعث کاهش ۱۲/۴۷ درصدی قطر ساقه نسبت به عدم مصرف آن گردید (جدول ۶).

نتیجه بررسی برهمکنش تیمارهای فوق بر ویژگی‌های مورفولوژیکی نشان داد که برهم‌کنش مواد اصلاحی آلی و شیمیایی بر طول شاخه فرعی، قطر ساقه، فاصله میانگره معنی‌دار است (جدول ۳) و بیشترین فاصله میانگره در تیمار گچ به همراه کود گاوی به‌دست آمد؛ در حالی که در دو ویژگی دیگر نظم قابل توجهی مشاهده نشد (شکل ۱).

برهمکنش اصلاح‌کننده‌های آلی و روش‌های مصرف اسید هیومیک، در ارتفاع ساقه، تعداد برگ، طول شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی، سطح برگ و فاصله میانگره معنی‌دار است (جدول ۳) و تنها در دو ویژگی تعداد شاخه‌های فرعی و سطح برگ بیشترین مقدار در تیمار کمپوست زباله شهری در حالت عدم مصرف اسید هیومیک به‌دست آمد (شکل ۲).

برهم‌کنش مواد اصلاحی شیمیایی و روش‌های اعمال اسید هیومیک نیز بر ارتفاع ساقه، قطر ساقه، سطح برگ و فاصله میانگره معنی‌دار است (جدول ۳)؛ اما هیچ‌کدام از این ویژگی‌ها حائز بیشترین مقدار معنی‌دار نبودند.

بین ردیف هفت متر کاشته شد (در مجموع ۳۶ نهال). مواد اصلاحی آلی و شیمیایی با توجه به نقشه طرح در داخل گودال حفر شده ریخته و با خاک گودال کاملاً مخلوط گردید و در داخل هر گودال یک نهال یکساله کاشته و از مقداری ماسه نیز برای پر کردن آن استفاده شد. آبیاری به صورت قطره‌ای بود و تیمار اسید هیومیک در فصل رشد (سه ماه پس از ظهور برگ‌ها، در اوایل خرداد ۱۳۹۱) با توجه به دستور مقدار مصرف هیوماکس، به صورت مصرف خاکی و محلول پاشی، طبق نقشه طرح اعمال شد. در سال دوم (خرداد ۱۳۹۲) نیز تیمار اسید هیومیک مجدداً اعمال گردید و در اوایل مرداد سال دوم بعضی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه پسته از جمله ارتفاع ساقه، تعداد برگ، قطر ساقه، تعداد شاخه‌های فرعی، طول شاخه‌های فرعی و فاصله میانگره‌ها اندازه‌گیری گردید؛ سپس نمونه برداری تصادفی از برگ نهال‌های پسته برای اندازه‌گیری سطح برگ^۱، میزان کلروفیل کل، کلروفیل a، b و کارتنوئیدها (۳) و درصد تراوش سلولی (۲۱) انجام و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار سس^۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی با آزمون چند دامنه‌ای دانکن^۳ در سطح احتمال پنج درصد انجام و سپس نمودارها توسط برنامه اکسل^۴ رسم و نتایج تفسیر شد.

نتایج

ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه

نتایج نشان داد که از بین ویژگی‌های مورفولوژیکی مورد بررسی، نوع ماده اصلاحی آلی تنها بر دو ویژگی اثر معنی‌دار داشت (جدول ۳)؛ به طوری که استفاده از کمپوست زباله شهری به ترتیب باعث افزایش ۱۸/۸۹ و ۲۰/۸۳ درصدی تعداد شاخه فرعی و سطح برگ نسبت

1- model 3000, Li-Cor, Lincoln, NE, USA

2- SAS

3- Duncan

4- Excel

جدول (۳) آنالیز واریانس ویژگی‌های مورفولوژیک
 Table(3) Analyses of variance of morphological properties

میانگین مربعات Mean of squares								
فاصله میانگره Internodes Distance	سطح برگ Leaf Surface	قطر ساقه Stem Diameter	تعدادشاخه فرعی Lateral Branches Number	طول شاخه فرعی Lateral Branches Length	تعداد برگ Leaf Number	ارتفاع ساقه Stem Height	درجه آزادی DF	منبع تغییرات Source of variance
7.449	32.79	0.338	3.444	2.549	4454	266	2	تکرار
2.210	304*	1.225	20.25	18.33	6778	100	1	ماده آلی
5.711	11.18	0.070	1.000	9.817	1740	352	2	خطا
55.25*	32.87	0.132	2.250	45.36*	11095	4.0	1	ماده شیمیایی
197*	177	0.706*	0.649	769*	9735	121	1	آلی*شیمیایی
1.534	25.79	0.068	6.889	2.903	10984	173	4	خطا
15.12	27.63	0.653*	23.03*	141*	28081*	1454*	2	اسید هیومیک
110*	191*	0.003	31.75*	510*	29317*	1714*	2	آلی*هیومیک
28.77*	127*	1.121*	6.583	19.61	7820	1105*	2	شیمیایی*هیومیک
113*	115*	0.057	2.528	576*	2435	1340*	2	آلی*شیمیایی*هیومیک
5.121	10.71	0.072	3.639	37.89	3195	203	16	خطا
16.10	10.61	9.18	21.94	12.15	18.20	11.45	_	ضریب تغییرات CV

*معنی داری در سطح احتمال ۵٪

جدول (۴) اثر مواد آلی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک

Table(4) Effect of organic matter on some morphological properties

سطح برگ Leaf surface (cm ²)	تعداد شاخه فرعی Lateral branch number	ماده آلی Organic Matter
33.76 ^a	9.44 ^a	کمپوست زباله شهری Municipal Solid Waste Compost
27.94 ^b	7.94 ^b	کود گاوی Cow Manure

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.05)

جدول (۵) اثر مواد شیمیایی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک

Table(5) Effect of chemical matter on some morphological properties

فاصله میانگره Internodes distance (cm)	طول شاخه فرعی Lateral branch Length (cm)	ماده شیمیایی Chemical Matter
15.29 ^a	51.79 ^a	گچ Gypsum
12.81 ^b	49.54 ^b	گوگرد Sulfur

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.05)

جدول (۶) اثر روش‌های مصرف اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک

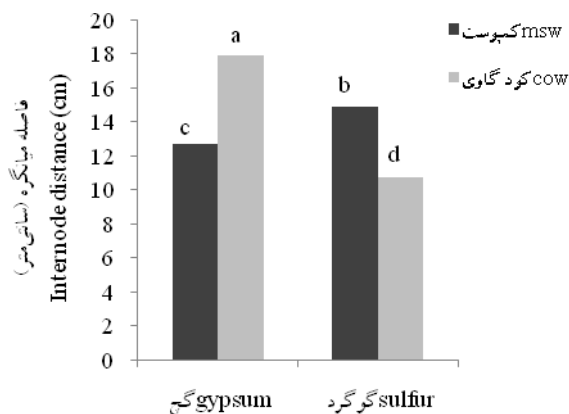
Table(6) Effect of humic acid application methods on some morphological properties

محلول پاشی Foliar Application	مصرف خاکی Soil Application	عدم مصرف No Application	روش مصرف اسید هیومیک Humic acid application methods
132 ^a	130 ^a	111 ^b	ویژگی‌های فیزیولوژیک مورفولوژیک morphological properties
335 ^a	255 ^b	342 ^a	ارتفاع ساقه Stem height (cm)
52.38 ^a	46.70 ^b	52.91 ^a	تعداد برگ Leaf number
7.417 ^b	8.500 ^b	10.17 ^a	طول شاخه فرعی Lateral branches length (cm)
2.661 ^b	3.082 ^a	3.046 ^a	تعداد شاخه فرعی Lateral branches number
			قطر ساقه Stem diameter (mm)

اعدادی که در هر ردیف دارای یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری طبق آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different using Duncan test (P<0.05)

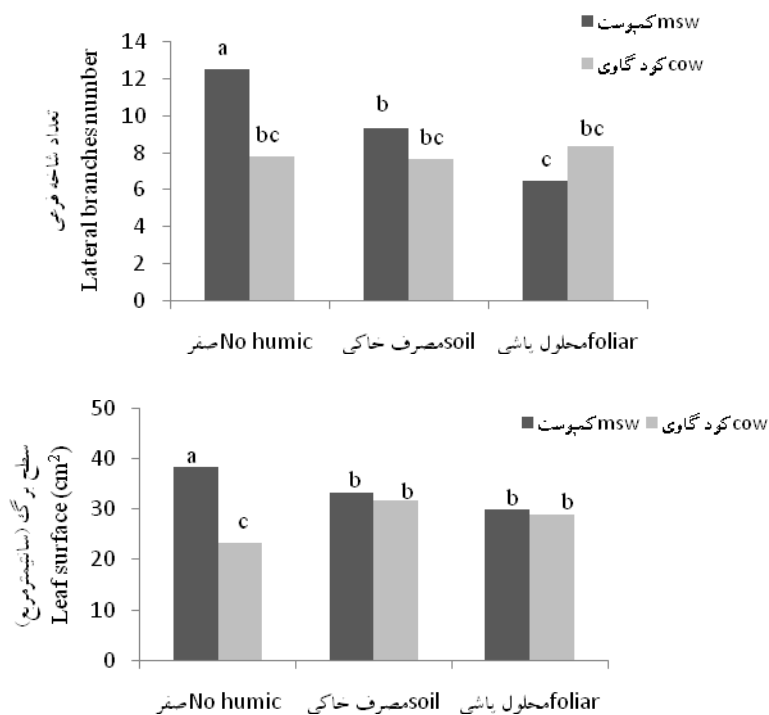
رضوی نسب و همکاران: اثر مواد اصلاحی آلی، شیمیایی و اسید...



شکل (۱) برهم کنش مواد آلی و شیمیایی بر فاصله میانگره

Figure(1) Interaction effect of organic and chemical materials on internodes distance

ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در هر شکل، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، آزمون دانکن می‌باشند.



شکل (۲) برهم کنش مواد آلی و روش‌های مصرف اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک

Figure(2) Interaction effects of organic matter and humic acid application methods on some morphological properties

ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در هر شکل، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، آزمون دانکن می‌باشند.

ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه

برهم‌کنش مواد اصلاحی آلی و شیمیایی بر غلظت کلروفیل کل، کلروفیل b و کارتنوئیدها اثری معنی‌دار داشت و بیشترین غلظت کلروفیل کل در تیمار گچ به همراه کود گاوی و در کارتنوئیدها متعلق به کاربرد گوگرد به همراه کمپوست زباله شهری می‌باشد (شکل ۳).

برهم‌کنش مواد اصلاحی آلی و روش‌های مصرف اسید هیومیک، بر ویژگی‌های تراوش سلولی، کلروفیل کل، کلروفیل a، b و غلظت کارتنوئیدها معنی‌دار است (جدول ۴) و بیشترین غلظت معنی‌دار کلروفیل کل از ترکیب کود گاوی و محلول پاشی اسید هیومیک به‌دست آمد (شکل ۴).

برهم‌کنش مواد اصلاحی شیمیایی و روش‌های اعمال اسید هیومیک بر درصد تراوش سلولی، غلظت کلروفیل کل، کلروفیل b و کارتنوئیدها معنی‌دار می‌باشد (جدول ۴)؛ اما فقط در تراوش سلولی و کلروفیل b روند نسبتاً منظمی دیده شد، به‌طوری‌که کمترین میزان معنی‌دار تراوش سلولی و بیشترین غلظت معنی‌دار کلروفیل b در تیمار کاربرد گوگرد به همراه مصرف خاکی اسید هیومیک به‌دست آمد (شکل ۵).

نوع ماده اصلاحی آلی تنها بر تراوش سلولی معنی‌دار بود (جدول ۷). نتایج نشان داد که کاربرد کود گاوی باعث کاهش ۱۰/۷۰ درصدی تراوش سلولی نسبت به کاربرد کمپوست زباله شهری گردید (جدول ۸). مصرف گچ نسبت به گوگرد باعث افزایش میزان کلروفیل a (۴۵/۲۵٪) گردید. در مقابل، کاربرد گوگرد باعث افزایش معنی‌دار میزان کلروفیل b و کارتنوئیدها به میزان ۲۶/۲۱ و ۲۴/۰۶ درصد نسبت به کاربرد گچ گردید (جدول ۹). مصرف خاکی اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار ویژگی‌های فیزیولوژیکی گردید، به‌طوری‌که مقدار کلروفیل کل ۲۸/۷۱، کلروفیل a ۲۶/۸۰، کلروفیل b ۴۴/۱۱ و کارتنوئیدها ۴۲/۶۶ درصد نسبت به عدم مصرف اسید هیومیک افزایش پیدا کرد. قابل ذکر است که اختلاف معنی‌داری بین مصرف خاکی و محلول پاشی اسید هیومیک در غلظت ویژگی‌های اخیر مشاهده نشد. از طرف دیگر محلول پاشی اسید هیومیک باعث افزایش ۶/۸۳ درصدی تراوش سلولی نسبت به عدم مصرف اسید هیومیک گردید (جدول ۱۰).

جدول (۷) آنالیز واریانس ویژگی‌های فیزیولوژیکی
Table(7) Analyses of variance of physiological properties

میانگین مربعات Mean of squares						
منبع تغییرات Source of variance	درجه آزادی Degree of freedom	تراوش سلولی Leakage	غلظت کلروفیل کل Total Chlorophyll	غلظت کلروفیل a Chlorophyll a	غلظت کلروفیل b Chlorophyll b	غلظت کارتنوئید Carotenoid
تکرار	2	25.92	5686	3057	752	194
ماده آلی	1	574*	3026	412	1918	343
خطا	2	10.02	2161	1058	144	23.70
ماده شیمیایی	1	449	282	34487*	6463*	1065*
آلی*شیمیایی	1	307	39260*	594	23202*	4872*
خطا	4	75.13	197	939	252	47.60
اسید هیومیک	2	200*	20236*	5959*	5277*	943*
آلی*هیومیک	2	696*	66966*	29930*	9084*	1841*
شیمیایی*هیومیک	2	472*	13851*	665	11346*	2212*
آلی*شیمیایی*هیومیک	2	210*	21378*	4403	6870*	1272*
خطا	16	21.71	3732	1231	725	141
ضریب تغییرات CV		5.92	23.92	20.80	23.08	23.46

*معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪

رضوی نسب و همکاران: اثر مواد اصلاحی آلی، شیمیایی و اسید...

جدول (۸) اثر مواد آلی بر تراوش سلولی

Table(8) Effect of organic matter on leakage

Leakage تراوش سلولی (%)	Organic Matter ماده آلی
82.69 ^a	کمپوست Compost
74.70 ^b	کود گاوی Cow Manure

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$)

جدول (۹) اثر مواد شیمیایی بر برخی ویژگی های فیزیولوژیک

Table(9) Effect of chemical matter on some physiological properties

غلظت کاروتنوئید Cartenoied ($\mu\text{g ml}^{-1}$)	غلظت کلروفیل b Chlorophyll b ($\mu\text{g ml}^{-1}$)	غلظت کلروفیل a Chlorophyll a ($\mu\text{g ml}^{-1}$)	ماده شیمیایی Chemical Matter
45.22 ^b	103 ^b	199 ^a	گچ Gypsum
56.10 ^a	130 ^a	137 ^b	گوگرد Sulfur

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$)

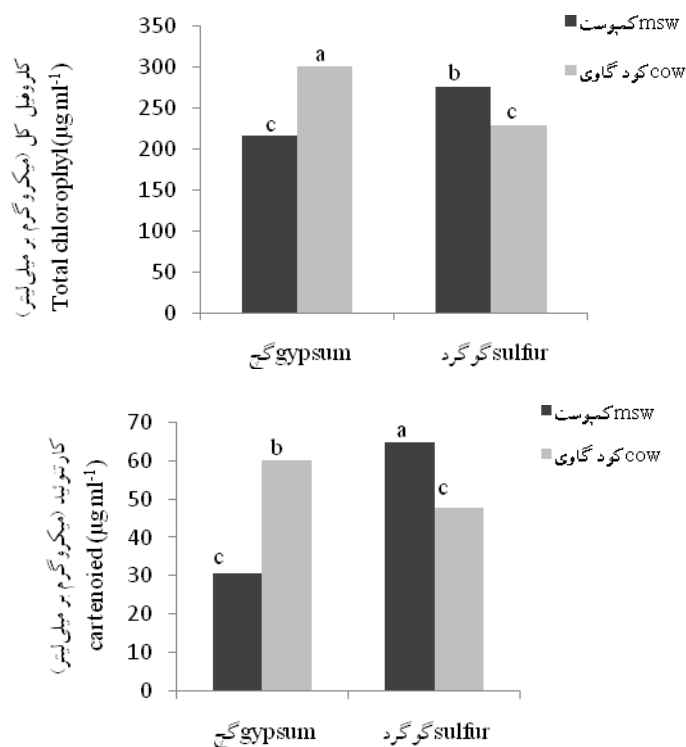
جدول (۱۰) اثر روش های مصرف اسید هیومیک بر برخی ویژگی های فیزیولوژیک

Table(10) Effect of humic acid application methods on some physiological properties

محلول پاشی Foliar Application	مصرف خاکی Soil Application	عدم مصرف No Application	روش مصرف اسید هیومیک Humic acid application methods
83.14 ^a	75.11 ^b	77.82 ^b	ویژگی های فیزیولوژیک physiological properties
288 ^a	269 ^a	209 ^b	تراوش سلولی (%) Leakage
158 ^b	194 ^a	153 ^b	غلظت کلروفیل کل Total chlorophyll ($\mu\text{g ml}^{-1}$)
117 ^{ab}	138 ^a	95.76 ^b	غلظت کلروفیل a Chlorophyll a ($\mu\text{g ml}^{-1}$) a
51.43 ^{ab}	59.12 ^a	41.44 ^b	غلظت کلروفیل b Chlorophyll b ($\mu\text{g ml}^{-1}$) b
			غلظت کاروتنوئید Cartenoied ($\mu\text{g ml}^{-1}$)

اعدادی که در هر ردیف دارای یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری طبق آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشند.

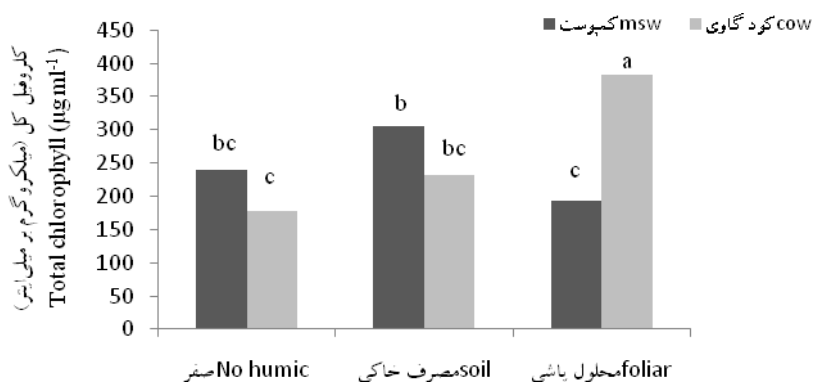
Numbers followed by the same letter are not significantly different using Duncan test ($P < 0.05$)



شکل (۳) برهم کنش مواد آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک

Figure(3) Interaction effect of organic and chemical materials on some physiological properties

ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در هر شکل، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، آزمون دانکن می‌باشند.

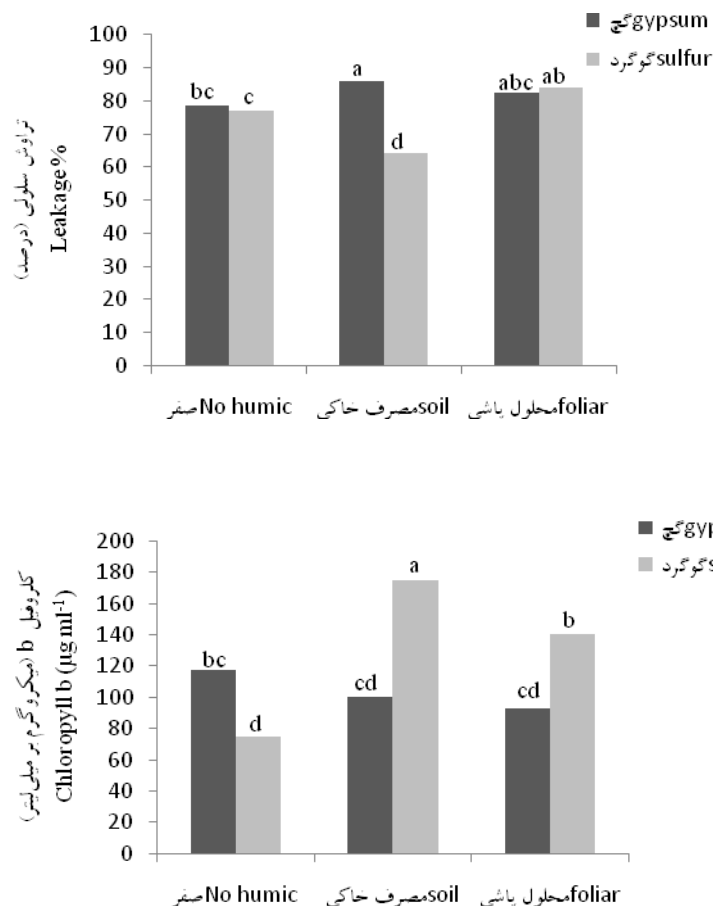


شکل (۴) برهم کنش مواد آلی و روش‌های مصرف اسید هیومیک بر غلظت کلروفیل کل

Figure(4) Interaction effects of organic matter and humic acid application methods on total chlorophyll concentration

ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در هر شکل، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، آزمون دانکن می‌باشند.

رضوی نسب و همکاران: اثر مواد اصلاحی آلی، شیمیایی و اسید...



شکل (۵) برهم کنش ماده شیمیایی و روش های مصرف اسید هیومیک بر برخی ویژگی های فیزیولوژیک
 Figure(5) Interaction effects of chemical matter and humic acid application methods on some physiological properties

ستون هایی با حداقل یک حرف مشترک در هر شکل، فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪، آزمون دانکن می باشند

در مراحل رشد، منجر به افزایش تعداد و سطح برگ گردیده، که این امر نیز به نوبه خود باعث شده تا گیاه سطح فتوسنتز کننده خود را به مدت طولانی تر حفظ کند و با دریافت نور بیشتر و به مدت زیاد، تولید ماده خشک خود را با سرعت بیشتر و در مدت زمان بیشتری حفظ نماید (۳۱). پژوهش گران دیگر (۲۰) نیز با بررسی اثرات کمپوست زباله شهری بر گیاه ذرت در یک آزمایش دو ساله، نتایج مشابهی را به دست آوردند، به طوری که کاربرد کمپوست در خاک موجب افزایش سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و سرعت جذب خالص ذرت گردید و با افزایش میزان کمپوست، ارتفاع بوته افزایش یافت. از جمله دلایل تاثیر کمپوست بر

بحث

اثر مواد اصلاحی آلی

به نظر می رسد با افزایش میزان مواد غذایی موجود در خاک، توسعه شاخه های گیاه و به دنبال آن سطح برگ افزایش یافته که این امر افزایش رشد را به دنبال داشته است و از طرف دیگر، وجود مواد آلی در خاک باعث افزایش استحکام سلول های غشاء ریشه و کاهش تراوش سلولی گردیده است (۳۰). سطح برگ، به عنوان دریافت کننده نور خورشید و عضو فتوسنتز کننده، عاملی تأثیرگذار در سرعت رشد و عملکرد گیاهی محسوب می شود (۲۹)؛ از طرف دیگر احتمالاً وجود میزان کافی از مواد غذایی ناشی از تجزیه مواد آلی در خاک بویژه

تنها باعث افزایش ارتفاع ساقه گردیده است. احتمال دارد اسید هیومیک، بیشتر باعث افزایش طولی گیاه شده و به همین دلیل طول و تعداد شاخه‌های فرعی افزایش پیدا نکرده و به دنبال آن تعداد برگ هم افزایش نشان نداده است؛ از طرف دیگر، مصرف خاکی اسید هیومیک باعث افزایش هر چهار ویژگی فیزیولوژیک گیاه (کلروفیل کل، a و b و کارتنوئیدها) شده است؛ احتمالاً این افزایش می‌تواند به دلیل اثر غلظت باشد. علت عدم معنی‌دار بودن محلول پاشی در اغلب ویژگی‌های فوق مممکن است به دلیل کم بودن غلظت مصرفی اسید هیومیک باشد؛ هر چند میزان مصرف اسید هیومیک در این پژوهش مطابق با مقدار توصیه شده بود. اگر چه در مطالعه حاضر از بین ویژگی‌های مورفولوژیک، کاربرد اسید هیومیک تنها باعث افزایش ارتفاع نهال گردید؛ اما محققان دیگر اثرات مثبتی از کاربرد اسید هیومیک بر افزایش ویژگی‌های رشدی و عملکرد یافته‌اند (۴). البته لازم به ذکر است که اکثریت این مطالعات در کشت هیدروپونیک و در شرایط کاملاً کنترل شده صورت گرفته است که قابل مقایسه با خاک و شرایط مزرعه نمی‌باشد. گروهی دیگر از محققان دریافتند که اسید هیومیک با کاهش استرس و تحریک رشد، باعث افزایش کارایی مصرف آب می‌گردد و از این طریق اثر معنی‌داری بر رشد گیاه گذاشته علاوه بر این که به نظر می‌رسد باعث افزایش سرعت نمو گیاه نیز می‌شود (۱۲).

مطالعات زیادی نشان داده‌اند که مواد هیومیکی نه تنها باعث افزایش رشد ریشه، برگ‌ها و اندام هوایی می‌شود؛ بلکه همچنین باعث تحریک جوانه زنی در گونه‌های مختلف گیاهی نیز می‌گردد که این امر به علت برهمکنش‌ها و اثر مستقیم اسید هیومیک با مراحل فیزیولوژیک و متابولیک گیاه بوده است؛ زیرا نفوذپذیری سلول‌ها و سازوکارهای مربوطه طوری تغییر می‌کنند که باعث رشد بیشتر گیاه می‌شوند (۲۵). در این راستا اعلام شده است اسید هیومیک با افزایش جمعیت

ویژگی‌های مورفولوژیک را می‌توان تاثیر مثبت کاربرد این ماده بر ویژگی‌های فیزیکی خاک که موجب بهبود ساختمان خاک، افزایش خلل و فرج و بهبود تهویه خاک می‌شود، دانست. از سوی دیگر کمپوست نیز دارای مقداری مواد غذایی است و باعث افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان می‌شود، به طوری که در مجموع شرایط مناسبی را برای رشد مساعد گیاهان فراهم می‌کند (۵).

با فرض منطقی آزاد سازی تدریجی مواد غذایی از منبع مواد آلی، افزایش رشد سلول‌ها، تقسیم سلولی و در نتیجه افزایش تعداد شاخه‌های فرعی، سطح برگ و بهبود رشد گیاه و افزایش مقاومت غشاء و در نتیجه کاهش تراوش سلولی بعد از گذشت یک سال حاصل شده است. علت برخی تفاوت‌ها در نتایج این تحقیق و دیگر پژوهش‌ها می‌تواند به علت تفاوت در ویژگی‌های کمپوست زباله شهری و کود گاوی از جمله درجه و سطح تجزیه مواد آلی، شرایط اولیه خاک، طول دوره مطالعه و مهم‌تر از همه فیزیولوژی و مورفولوژی خاص گیاه پسته و پاسخ آن به این تیمارها به ویژه در شرایط مزرعه باشد.

اثر مواد اصلاحی شیمیایی

این گونه به نظر می‌آید که کاربرد گچ باعث جایگزینی کلسیم بجای سدیم و به دنبال آن افزایش شستشوی سدیم و کاهش درصد سدیم تبادلی و افزایش میزان نفوذپذیری خاک می‌شود. می‌توان نتیجه گرفت که گچ شرایط شیمیایی و فیزیکی خاک را بهبود بخشیده است که این امر با نتایج دیگر محققان نیز مطابق است (۳۲).

از سوی دیگر محتمل است که افزایش گوگرد و به دنبال آن اکسیداسیون آن، باعث کاهش موضعی pH خاک و افزایش قابلیت انحلال عناصر غذایی و در نتیجه افزایش کارایی جذب عناصر غذایی و بهبود رشد شده است (۳۵).

اثر روش‌های مصرف اسید هیومیک

همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، از بین ویژگی‌های مورفولوژیک، مصرف خاکی اسید هیومیک

موجودات زنده خاک، اصلاح وضعیت فیزیکی خاک، اثرات آنزیمی و هورمونی، pH خاک، افزایش مقاومت گیاه به تنش خشکی و شوری، باعث افزایش قدرت جذب مواد غذایی، افزایش جوانه زنی و رشد ریشه و بهبود محصول از لحاظ کمی و کیفی می‌گردد (۶). در بررسی اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر پارامترهای رشد و تجمع عناصر در برگ گیاهچه‌های بادمجان و فلفل مشخص شد که قطر ساقه، تعداد برگ‌ها، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه به طور معنی‌داری با کاربرد اسید هیومیک افزایش یافت (۲۶). پژوهشگران همچنین دریافتند که ارتباط معنی‌دار مستقیمی بین اسید هیومیک و کاهش درصد تراوش سلولی وجود دارد که اثر مثبت اسید هیومیک را بر افزایش مقاومت غشاء سلولی نشان می‌دهد (۸). پژوهش‌های کمی از اثر محلول پاشی اسید هیومیک وجود دارد. در یک آزمایش مزرعه‌ای از محلول پاشی اسید هیومیک، محققان دریافتند که استفاده از اسید هیومیک باعث افزایش عملکرد و غلظت عناصر غذایی در برگ‌ها و غلاف‌ها گردید. از سوی دیگر، غلظت‌های بالای هومات پتاسیم، عملکرد را تحت تاثیر معنی‌دار قرار نداد (۱۶). افشاری و همکاران (۲) در بررسی اثر انواع مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات کیفی و کمی پسته دریافتند که هیوماکس به طور معنی‌داری باعث افزایش تعداد جوانه‌ها، سطح برگ، سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، مقاومت روزنه‌ای، فلورسانس کلروفیل متغیر شد و همچنین باعث کاهش معنی‌دار وزن تر پوست، درصد پسته‌های پوک و تعداد پسته‌های دهن بسته گردید.

برهم کنش مواد اصلاحی آلی و شیمیایی

تلفیق مواد آلی و شیمیایی باعث بهبود رشد شده است. این احتمال وجود دارد که مواد آلی با بهبود شرایط فیزیکی خاک و افزایش میزان آب قابل استفاده و جمعیت میکروبی و مواد شیمیایی گچ و گوگرد با جایگزینی کلسیم به جای سدیم و کاهش موضعی pH خاک منجر به بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش رشد

می‌گردد (۳۲). نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که استفاده از کود گاوی به همراه گچ و کمپوست به همراه گوگرد، اثر بخشی بیشتری بر برخی ویژگی‌های مرفو-فیزیولوژیکی گیاه دارد. ممکن است کمپوست زباله شهری دارای باکتری‌های اکسید کننده گوگرد بوده و اکسیداسیدن گوگرد را تسریع کرده باشد. از طرف دیگر این احتمال وجود دارد که کلسیم موجود در گچ به همراه مواد آلی حاصل از کود گاوی برهمکنش مثبتی را به وجود بیاورد که دستاورد آن رشد بیشتر گیاه باشد. این احتمال وجود دارد که گچ شرایط شیمیایی و فیزیکی خاک را برای جمعیت‌های میکروبی بهبود بخشیده است و در این حال اضافه کردن کود دامی به خاک نیز موجب افزایش زیست توده میکروبی و ریزجاندارانی از خاک که در چرخه مواد غذایی اکوسیستم‌ها نقش دارند، گردیده است (۱۸) و به طور کلی شرایط برای رشد گیاه بوئزه در مناطق با خاک‌های فقیر از ماده آلی و شور-سدیمی، افزایش می‌یابد. گروهی از محققان (۳۳) بیان نمودند که مواد آلی از یک طرف می‌تواند فعالیت میکروبی را تقویت کند و رشد را از طریق افزایش چرخه بیوژئوشیمیایی مواد غذایی در خاک افزایش دهد و از طرف دیگر استفاده از اصلاح کننده‌های حاوی کلسیم، که موجب جایگزینی با سدیم می‌شوند، همراه با کاربرد مواد آلی در بهبود شرایط بیولوژیکی خاک‌های تحت تنش شوری یا شور-سدیمی موفقیت آمیز باشد (۳۲). اضافه کردن گوگرد همراه با مواد آلی به ویژه در خاک‌های با pH بالا، گزینه مناسبی جهت کاهش آن و افزایش انحلال عناصر غذایی خواهد بود (۱۷).

برهم کنش مواد اصلاحی آلی و روش‌های

مصرف اسید هیومیک

این گونه به نظر می‌آید که کمپوست زباله شهری با اثر مطلوبی که به عنوان یک ماده آلی بر وضعیت شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک می‌گذارد، باعث افزایش توسعه ریشه و به دنبال آن افزایش جذب شده است و

شاخه فرعی، کاربرد گچ موجب افزایش طول شاخه فرعی و فاصله میانگره‌ها و مصرف خاکی اسید هیومیک باعث افزایش ارتفاع نهال شد و بهترین برهمکنش، ترکیب گچ-کود گاوی بود که فاصله میانگره‌ها را ارتقاء بخشید. در مورد ویژگی‌های فیزیولوژیک، استفاده از کود گاوی باعث کاهش تراوش سلولی، کاربرد گچ باعث افزایش کلروفیل a و گوگرد باعث افزایش کلروفیل b و کارتنوئیدها و مصرف خاکی اسید هیومیک باعث افزایش کلروفیل کل، a، b و کارتنوئیدها گردید. بهترین برهمکنش‌ها در این صفات شامل کاربرد کود گاوی-گچ و کود گاوی-محلول پاشی اسید هیومیک بود که بیشترین کلروفیل کل را حاصل کرد و همراهی گوگرد-کمپوست و گوگرد-مصرف خاکی اسید هیومیک به ترتیب بیشترین کارتنوئید و کلروفیل b را ایجاد نمود. به نظر می‌رسد تاثیر کاربرد توام مواد مورد بررسی در این مطالعه بیشتر است؛ به عبارت دیگر اثرات برهمکنشی این مواد قابل تاکید است و تحقیقات بیشتری در این رابطه مورد نیاز می‌باشد؛ البته پیشنهاد می‌گردد مشابه این پژوهش بر روی درختان بارور نیز انجام و میزان عملکرد و اقتصادی بودن آن مورد بررسی قرار گیرد. همچنین استفاده از غلظت‌های بیشتر اسید هیومیک و کمپوست زباله شهری شهرداری‌های مختلف کشور نیز به غنای بیشتر بحث کمک شایانی خواهد کرد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از جناب آقای مهندس سهیل شریف مدیریت محترم شرکت ایزدیاران و مسئولان دانشگاه پیام نور یزد به خاطر مساعدت ایشان در عملیات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی تشکر می‌گردد.

تعداد شاخه‌های فرعی و سطح برگ را گیاه افزایش داده (۲۴)، و در این پژوهش کمپوست نسبت به کود گاوی توانایی بیشتری داشته است. احتمال دارد علت بی اثر بودن اسید هیومیک در برهم‌کنش فوق به علت کم بودن غلظت مصرفی اسید هیومیک باشد و یا این که اثرات مطلوب کمپوست، اثرات آن را پوشانده باشد. در ترکیب کاربرد کود گاوی به همراه محلول پاشی اسید هیومیک، در واقع ترکیب مواد آلی و اسید هیومیک باعث تشکیل شرایط خوب رشدی، تغذیه‌ای و هورمونی شده که منجر به جذب بیشتر و فعال تر گیاه و توسعه بیشتر برگ‌ها و به دنبال آن افزایش کلروفیل کل گردیده است. (۳۷ و ۹).

برهم‌کنش مواد اصلاحی شیمیایی و روش‌های مصرف اسید هیومیک

این احتمال وجود دارد که وجود اسید هیومیک با اثرات مطلوبی که بر شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی خاک می‌گذارد، باعث فعال شدن باکتری‌های اکسید کننده گوگرد شده و از این طریق شرایط مطلوب برای رشد و نمو گیاه و جذب عناصر غذایی فراهم گردیده که در این مطالعه بیشترین اثر معنی‌دار خود را بر استحکام غشاء ریشه و کاهش میزان تراوش سلولی و افزایش میزان کلروفیل b گذاشته است. گزارش شده است کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش رشد گیاه و جذب عناصر غذایی، از طریق افزایش نفوذپذیری ریشه می‌شود (۱۲). اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رویسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود و به دنبال آن رنگدانه‌ها افزایش می‌یابند (۹).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که می‌توان با تلفیق مواد ساده و در دسترس کشاورز و استفاده از بهبود دهنده‌های رشد، ویژگی‌های مورفو-فیزیولوژیک پسته را ارتقا بخشید. طبق نتایج به دست آمده در ویژگی‌های مورفوژیک، کاربرد کمپوست باعث افزایش تعداد

منابع

1. Afshari, A., Talai, A. and Sadeghi, Gh. 2009. Reviews some compounds found in fruits and nuts, and the impact of pollen grains on their quantitative and qualitative characteristics. *Agricultural Science and Technology. Journal of Horticultural Science*, 22(2): p: 12. (In Persian with English abstract).
2. Afshari, H., PourAli, M., Sajedi, S. and HokmAbadi, H. 2015. The effect of different types of humic acid on quantitative and qualitative characteristics Pistachio AbbasAli variety. *Journal of Plant Physiology Environment*, 37: 83-72. (In Persian with English abstract).
3. Arnon, D. E. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24:1-15.
4. Asik, B. B., Turan, M. A., Celik, H. and Katkat, A. V. 2009. Effect of humic substances to dry weight and mineral nutrients uptake of wheat on saline soil conditions. *Asian Journal of Crop Science*, 1(2):87-95.
5. Bar-Tal, A., Yermiyahu, U., Beraud, J., Keinan, M., Rosenberg, R., Zohar, D., Rosen, V., and Fine, P. 2004. Nitrogen, phosphorus, and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual compost applications. *Journal of Environment*, 33:1855-1865.
6. Cangi, R., Tarakcioglu, C., and Yasar, H. 2006. Effect of humic acid applications on yield, fruit characteristics and nutrient uptake in Ercis grape (*V. vinifera* L.) Cultivar. *Asian Journal Chemistry*, 18:1493-1499.
7. Castagno, L. N., Estrella, M. J., Grassano, A., and Ruiz, O. A. 2008. Biochemical and molecular characterization of phosphate solubilizing bacteria and evaluation of its efficiency promoting the growth of *Lotus tenuis*. *Lotus Newsletter*, 38(2):53- 56.
8. David, P. P., Nelson, P. V., and Sandres, D. C. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition*, 17:173-184.
9. Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable*, 25:183-191.
10. Eghball, B. 2002. Soil properties as influenced by phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications. *Agronomy Journal*, 94:128-135.
11. El-Fatah, M. S., and Khaled, S. M. 2010. Influence of organic matter and different rates of sulfur and nitrogen on dry matter and mineral composition of wheat plant in new reclaimed sandy soil. *Journal of American Science*, 6(11):1078- 1084.
12. Eyheraguibel, B., Silvestre, J., and Morard, P. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource Technology*, 99(10): 4206-4212.

13. Hosseinifard J., Salehi, M. H., and Heydari, M. 2005b. Virtual influence of translocated soils on pistachio orchards, central Iran. In: Proceedings of International Conference on Human Impacts on Soil Quality Attributes, Isfahan, Iran.
14. Huang, J., and Redmann, R. E. 1995. Responses of growth, morphology, and anatomy to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley. *Canadian Journal of Botany*, 73: 1859–1866.
15. Kaya, M., Kucukyumuk, Z., and I. Erdal. 2009. Effects of elemental sulfur and sulfurcontaining waste on nutrient concentrations and grown on calcareous soil. *African Journal of Biotechnology*, 8(18): 4481- 4489.
16. Khaled, H., and Fawy, H. A. 2011. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth and soil properties under conditions of salinity. *Soil and Water Research*, 6: 21-29.
17. Khalej, M., and Mostashari, M. 2001. The effect of compost and sulfur on yield of wheat. 7th Iran Soil Science Congress Abstract, Mashhad, 11 September, pp: 176-178. (In Persian).
18. Lakhdar, A., Ben Achiba, W., Jedidi, N., and Abdelly, C. 2008. Effect of MSW compost and sewage sludge on soil biologic activities and wheat yield. 9th (ed). *Tunisian- Japan Symposium on Society, Science and Technology*, 23:456-462.
19. Lakhdar, A., Rabhi, M., Ghnaya, T., Montemurro, F., Jedidi, N., and Abdelly, C. 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. (Review). *Journal of Hazardous Materials*, 171: 29-37.
20. Loecke, T., Liebman, D., Cambardella, M., and Richard, T. L. 2004. Corn growth responses to composted and fresh solid swine manures. *Crop Science*, 44: 177-184.
21. Lutts, S., Kinet, J. M., Bouharmont, J. 1996. Na Clinduced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annul Botony*, 78:389-398.
22. Madrid, F., Lopez, R., and Cabera. F. 2007. Metal accumulation in soil after application of municipal solid waste compost under intensive farming condition. *Journal of Agriculture Ecosystem and Environment*, 119:249-256.
23. Malakouti, M. J., and Homai, M. 2004. Soil fertility in dry region. Tarbiat Moddares University Press, pp: 441 (In Persian).
24. Marinari, S. G., Masciandaro, B., Ceccanti, S. and Grego, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology*, 72: 9-17.
25. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34:1527–1536.

26. Padem, H., and Öcal, A. 1999. Effect of humic acid applications on yield and some characteristics of processing tomato. *Acta Horticulture*, 487:159-163.
27. Panahi, B., Esmailpour, A., Farbod, F., Moazzenpour Kermani, M., and FarivarMahin, H. 2001. Pistachio guideline. Agriculture Education Publication, Karaj, Iran, pp: 147(In Persian).
28. Sadegh, L., Fekri, M., and Gorgin, N. 2010. Effects of poultry manure and pistachio compost on the kinetics of copper desorption from two calcareous soils. *Arabic Journal of Geo-Science*, 8:42- 48.
29. Singer, J. W., Kohler, K. A., Liebman, M., Richard, T. L, Cambardella, C. A., and Buhler, D. D. 2004. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. *Agro. Journal*, 96: 531-53.
30. Soumare, M., Demeyer, A. and Tack, F. M. G. 2002. Chemical characteristics of Malian and Belgian solid waste composts. *Bio resource Technology*, 81:97-101.
31. Soumare, M., Tack, G., and Verloo, M. G. 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bio Resource Technology*, 86:15-20.
32. Tejada, M., Garcia, C., Gonzalez, J., and Hernandez, M. 2006. Use of organic amendment as a strategy for saline soil remediation: influence on the physical chemical and biological properties of soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 1413-1421.
33. Tripathi, S., Kumari, S., Chakraborty, A., Gupta, A., Chakrabarti, K., and Bandyapadhyay, B. 2007. Microbial biomass and its activities in salt-affected soils. *Biology and Fertility of Soils*, 42:273–277.
34. Vadyanina, A. F., and Roi, P. K. 1974. Charges in aggregates status of saline sodic soil after their reclamation by different methods. *Vest Mask. Universal Boilogy Pochroned*, 29:111–7.
35. Wainwright, M., Nevel, W. and Grastone, S. J. 1986. Effects of organic matter on sulphur oxidation in soil and influence of sulfur oxidation in soil nitrification. *Plant and Soil*, 96:369-376.
36. Wong, V. N. L., Dalal, R. C. and Greene, R. S. B. 2009. Carbon dynamics of sodic and saline soil following gypsum and organic material additions: A laboratory incubation. *Applied Soil Ecology*, 41:29–40.
37. Zhang, X. Z., and Ervin, E. H. 2004. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop Science*, 5: 1737–1745.