یافته های نوین کشاورزی
سال دهم- شماره٤- تابستان ۱۳۹۵

مطالعه اثرات کاربرد اسید هیومیک و پتاسیم بر خصوصیات رشدی گیاه پنیرک (*Malva sylvestris* L.)

ایمان بهرمند، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی مشهد
کیومرث بخش کلارستاقی*، عضو هیئت علمی گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی مشهد
ناصر عسگری، کارشناسی ارشد زراعت، شهرداری اراک

چکیده

به منظور ارزیابی اثرات کاربرد اسید هیومیک و پتاسیم روی برخی خصوصیات رشد و نمو گیاه پنیرک (*Malva sylvestris* L.) شامل وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، طول ریشه، وزن خشک ریشه و شاخص سطح برگ، این آزمایش به صورت فاکتوریل شامل ٤ سطح اسید هیومیک (به میزان ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار) و ۳ سطح کود سولفات پتاسیم (به میزان ۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار) به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. در طول آزمایش صفات معینی اندازه گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج به‌دست آمده حاکی از بروز اثرات مثبت کاربرد پتاسیم به همراه اسیدهیومیک بر وزن بوته، وزن خشک و طول ریشه و همچنین وزن خشک ریشه و شاخص سطح برگ در تمام تیمارها بود. در طی آزمایش و پس از مقایسه میانگین با آزمون دانکن مشخص شد تیمارهایی که بیشترین میزان اسید هیومیک را دریافت کرده بودند دارای اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ نسبت به سایر تیمارها بودند. در تمام شاخص های مورد بررسی، مشخص شدکه گیاهان تیمار شده با مقادیر ۱۰۰ کیلوگردم در هکتار سولفات پتاسیم دارای بیشترین میزان تولید و بیوماس نسبت به سایر تیمارها بودند. در مقایسه برهم کنش بین تیمارها، نیز مشخص گردیدکه گیاهان تیمارشده با بالاترین سطح اسید هیومیک به همراه پتاسیم، دارای میزان وزن تر و خشک کل بیشتری نسبت به سایر تیمارها بودند.

واژه های کلیدی:اسید هیومیک، پتاسیم، گیاه دارویی، طول ریشه

* نویسنده مسئول: E-mai : Bakhsh0525@mshdiau.ac.ir
تاریخ دریافت مقاله: ۹٤/۳/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۹٤/۱۲/۱۵

مقدمه

گرچه استفاده از کودهای آلی در کشاورزی قدمت زیادی دارد، ولی بهره برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد. هرچند کاربرد این کودها در چند دهه اخیر کاهش یافته ولی امروزه باتوجه به مشکلاتی که مصرف بی رویه کودهای شیمیایی بوجود آورده است، استفاده از آنها را در کشاورزی مجددا مطرح شده است (۱۱). در پی بحران آلودگی های زیست محیطی به ویژه آلودگی منابع خاک که زنجیره وار به منابع غذایی انسان راه یافته و سلامت جوامع انسانی را مورد تهدید قرار داده اند تلاش های گسترده با روش های زیست پالایی برای حفظ پایداری اکوسیستم های طبیعی آغاز شده است. یکی از این راهکارها استفاده از اسید هیومیک است که امروزه به دلیل تاثیرات مثبت آن بر فرآیندهای رشد گیاهان بسیار متداول شده است (٦).

تاثیر کودهای شیمیایی از این جهت که باعث افزایش سریع رشد محصول می گردند، ممکن است بسیار خوب باشد ولی از جهتی دیگر ممکن است مواد مذکور به صورت سمی و مرگ آور برای انسان در گیاهان تثبیت شده یا باعث آلودگی محیط زیست شوند (۹). وقتی از گیاهان داوریی بطور مستقیم و به صورت های چای، ادویه یا سبزی استفاده عام می شود، وجود مواد شیمیایی در آنها بسیار مهم و به منزله سم بوده و باید مقدار مواد شیمیایی موجود در آنها مورد توجه قرار گیرد. چنانچه گیاهان مورد استفاده دارای اسانس بوده و هدف از کاشت آنها استخراج اسانس آنها باشد، باید در میزان مانده های شیمایی دقت کرد زیرا این مانده ها هنگام استخراج مستقیما وارد اسانس می شوند و مصرف آنها مسمومیت های حتمی را در پی خواهد داشت (۱۱).

اسید هیومیک یک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می آید که می تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (۲). در خصوص نحوه اثر اسید هیومیک گزارش های متعددی وجود دارد اما می توان اثر آن را به دو دسته تقسیم کرد : اثر مستقیم به عنوان یک ترکیب شبه هورمونی و اثر غیر مستقیم به صورت افزایش جذب عناصر غذایی از راه ویژگی کلات کنندگی و احیا کنندگی و حفظ نفوذ پذیری غشاء، افزایش متابولیسم ریزجانداران، بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه معمولا از اسید هومیک به میزان کم (بین ۷ تا ۲۰mg kg-1soil) استفاده می شود (۱ و ١٤). اسیدهیومیک به صورت طبیعی در خاک، رودخانه ها، دریاها و در زغال لیگنتیک (Lignitic coals) یافت می شود (۱۲).

به‌دلیل اینکه اسید هیومیک قابلیت ترکیب با سایر عناصر را دارد، این ماده می تواند باعث ایجاد فرم قابل حل و قابل استفاده توسط گیاه از برخی از عناصر تثبیت شده گردد (۱۸). اثرات این ترکیب روی افزایش عمر گیاهان در مقایسه با دیگر منابع غیر ارگانیک ثابت شده است (۲۲). گزارش شده که استفاده از مقادیر کم این ترکیب باعث افزایش طول ریشه، رشد گیاه و جذب عناصر می گردد (۱۰).

پنیرک از گیاهان علوفه ای دارویی ارزشمندی است که از گل‌ها و برگ‌های آن به‌عنوان علوفه و دارو استفاده می شود. از مواد موثره این گیاه برای معالجه سرفه و همچنین به‌عنوان ماده خلط آور و درمان زخم‌های معده و ناراحتی های گوارشی استفاده می شود. میزان محصول پنیرک به شرایط خاک و مواد و عناصر غذایی موجود در آن بستگی دارد. تحقیقات نشان می دهد که این گیاه در طول رویش به مقادیر فراوانی اکسیدپتاس نیاز دارد. کودهای پتاسیم به صورت های مختلف در دسترس گیاه قرار می گیرند (کلروپتاسیم، کلرو منیزیم و...) پتاسیم و میکرو المان هایی چون مس، آهن، بر، منیزیم و منگنز به مقدار کمتری مورد نیاز گیاهان دارویی هستند ولی وجود مواد و عناصر مذکور، نخست باعث هماهنگی بین عناصر و مواد مورد نیاز گیاهان دارویی در خاک می گردد دوم باعث تاثیر بهتر و سریعتر ازت و فسفر بر گیاهان می شوند. در نتیجه گیاهانی قوی، سالم و مقاوم در عرصه کشت پدید می آید و محصول بیشتری به دست می آید (۱۷). تثبیت پتاسیم در خاک یکی از مشکلاتی است که در کاربرد کودی این ماده بدلیل گیرافتادن پتاسیم بین لایه های خاک اتفاق می افتد مشخص شده که اسید هیومیک می تواند باعث کاهش تثبیت پتاسیم در خاک گردد ولی مکانیز آن ناشناخته مانده است (۱۹).

این آزمایش به منظور ارزیابی مقادیر مورد نیاز اسید هیومیک همراه با کود پتاسیم و تعیین بهترین میزان مصرف روی گیاه پنیرک بدست آوردن بیشترین عملکرد تر و خشک کل بوته و همچنین تاثیر آنها روی طول ریشه و وزن خشک ریشه و همینطور شاخص سطح برگ و اینکه آیا مصرف اسید هیومیک می تواند منجر به کاهش مصرف کود شیمیایی سولفات پتاسیم گردد، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه آزمایشی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد (واقع در گلبهار) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۲ تیمار حاصل از فاکتوریل شامل ٤ سطح اسید هیومیک (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح پتاسیم (پایه خاک، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سولفات پتاسیم که اسید هیومیک مصرفی به صورت گرانول، حاوی ۸۰٪ اسید هیومیک و ۲۰٪ اسید فولویک بود، روی گیاه دارویی پنیرک انجام شد.

در این آزمایش پس از گاورو شدن زمین اقدام به شخم زدن و پس از آن دیسک و کرتبندی زمین و کاشت بذور شد. زمان و نحوه اجرای تیمار اسید هیومیک و پتاسیم به این شرح بود که در اردیبهشت ماه و بعد از شخم و آماده شدن زمین، تیمارهای اسید هیومیک و پتاسیم به صورت خاک مصرف بکار برده شد. مقدار مصرف سایر کودهای شیمیایی در محل آزمایش برای همه واحد های آزمایشی یکنواخت بوده است. نمونه برداری در این آزمایش به صورت تخریبی بود. از مرداد ماه و درست قبل از گلدهی محصول، تعداد ٤ بوته در هر مرحله نمونه گیری به صورت تصادفی از هر کرت برداشت و وزن تر و

خشک کل بوته و همچین وزن خشک ریشه در آنها توسط ترازوی دیجیتال و همچنین طول ریشه بر حسب سانتی متر اندازه گیری و اطلاعات بدست آمده در فرم های خاصی ثبت شدند. همین طور در مرحله قبل از گلدهی نمونه هایی جهت اندازه گیری شاخص سطح برگ گیاه برداشت شد. برای اندازه گیری وزن خشک پس از خشک کردن نمونه ها در آون و در درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی گراد و بمدت ٤۸ ساعت، اقدام به توزین نمونه ها شد. محاسبات آماری و تجزیه واریانس و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزارهای MSTAT-C و Excel انجام گرفت و تیمارها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ مورد مقایسه میانگین قرار گرفتند.

نتایج و بحث

وزن تر کل بوته

بر اساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس (جدول۱) مشخص شد اثر اسید هیومیک، اثر پتاسیم و برهم کنش بین اسید هیومیک و پتاسیم در سطح احتمال ۱٪ معنی دار گردید. پس از مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف اسید هیومیک روی وزن تر کل بوته (جدول۲) مشخص گردید بیشترین میزان اسید هیومیک (۱۵ کیلوگرم درهکتار) منجر به به‌دست آمدن بیشترین میزان عملکرد تر برای کل بوته (۱۰۳۰۰ کیلوگرم درهکتار) گردیده است. همچنین در مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف پتاسیم روی صفت مورد نظر(جدول ۳) نیز تیمار با ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم دارای بیشترین میزان تولید و عملکرد در هکتار (۸٦۷۱ کیلوگرم در هکتار) گردید. در مقایسه برهم کنش اسید هیومیک و پتاسیم نیز مشخص شد بیشترین میزان مصرف اسید هیومیک و پتاسیم منجر به تولید بیشترین میزان وزن تر کل بوته در هکتار (جدول ٤) گردید.

وزن خشک کل بوته

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول۱) مشخص شد اثر اسید هیومیک و برهم کنش بین اسید هیومیک و پتاسیم در سطح احتمال ۱٪ و اثر پتاسیم در سطح احتال ۵٪ روی صفت مورد نظر معنی دار گردیده است. همچنین پس از مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف اسید هیومیک روی وزن خشک کل بوته (جدول۲) مشخص شد که بیشرین میزان مصرف اسید هیومیک (۱۵ کیلوگرم درهکتار)، منجر به به-دست آمدن بالاترین میزان عملکرد خشک گل (۱۲۸٤ کیلوگرم درهکتار) گردیده است. در مقایسه میانگین برهم کنش اسید هیومیک و پتاسیم (جدول٤) نیز مشخص شد بیشترین میزان مصرف اسید هیومیک و بیشترین میزان پتاسیم منجر به به‌دست آمدن بیشترین میزان تولید در هکتار گردیده است. که این نتایج با یافته های رنگروژ و پارتیدا (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

طول ریشه

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول۱) مشخص شد که اثر اسید هیومیک و اثر پتاسیم و برهم کنش آنها در سطح احتمال ۱٪ روی صفت مورد نظر معنی دار گردیده است. پس از مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف اسید هیومیک روی طول ریشه (جدول۲) مشخص شد بیشرین میزان مصرف اسید هیومیک (۱۵ کیلوگرم درهکتار)، منجر به طویل تر شدن بیشتر ریشه (۲۹ سانتی متر) گردیده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف پتاسیم روی صفت مورد نظر(جدول ۳) نیز حاکی از اثر بیشترین میزان پتاسیم روی صفت مورد نظر (۲۷ سانتی متر) بوده است. در مقایسه میانگین برهم کنش اسید هیومیک و پتاسیم (جدول٤) نیز مشخص شد که بیشترین میزان مصرف اسید هیومیک و بیشترین میزان پتاسیم منجر به به‌دست آمدن بیشترین میزان طول ریشه گردیده است.

افزایش طول ریشه می تواند بعلت اصلاح ساختار فیزیکی خاک و همچنین افزایش نفوذپذیری سلول های ریشه به جذب بهتر مواد غذایی در نتیجه مصرف اسید هیومیک نسبت داد. از این گذشته ثابت شده که اسید هیومیک با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسید های آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه وبخصوص در سلول های ریشه افزایش می دهد که این امر با یافته های داعی و سرداری (۱۳۸۸) و همچنین لی و بارتلت (۱۹۷٦) و کلتینگ و همکاران (۱۹۹۸) مطابقت دارد.

وزن خشک ریشه

بر اساس نتایج بدست آمده حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) مشاهده می گردد اثر اسید هیومیک و اثر پتاسیم در سطح احتمال یک درصد روی وزن خشک ریشه معنی دار بوده در صورتی که برهم کنش بین آنها معنی دار نگردیده است. در مقایسه میانگین بین مصرف مقادیر مختلف اسید هیومیک روی وزن خشک ریشه (جدول۲) مشخص شد بیشترین میزان اسید هیومیک منجر به حصول بیشترین میزان وزن خشک ریشه می گردد. همچنین در مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف پتاسیم بر وزنخشک ریشه (جدول ۳) مشخص شد بیشترین میزان پتاسیم منجر به تولید بیشترین وزن خشک ریشه گردیده است در حالیکه اختلاف معنی داری بین میزان مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف سولفات پتاسیم وجود ندارد. که این موضوع با یافته های اروین و همکاران (۲۰۰۷)، آدانی و همکاران (۱۹۹۸) و سانچنز کند وهمکاران (۱۹۷۲) مطابقت دارد

شاخص سطح برگ

بر اساس نتایج به‌دست آمده حاصل از تجزیه واریانس (جدول۱) مشاهده می گردد که اثر اسید هیومیک، اثر پتاسیم و برهم کنش بین آنها در سطح احتمال ۵٪ معنی دار گردیده است. در مقایسه میانگین بین

مصرف مقادیر مختلف اسید هیومیک روی شاخص سطح برگ (جدول ۲) مشخص شد که بیشترین میزان اسید هیومیک منجر به افزایش این شاخص می گردد. همچنین در مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف پتاسیم روی صفت مورد نظر (جدول۳) مشخص شد که اختلاف معنی داری بین میزان مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم روی صفت مورد نظر وجود ندارد. همچنین مشخص شد که تاثیر اسید هیومیک روی افزایش شاخص سطح برگ بیشتر از پتاسیم می باشد. در مقایسه برهم کنش بین اسید هیومیک و پتاسیم (جدول٤) نیز مشخص گردید که بیشترین میزان مصرف اسید هیومیک به همراه پتاسیم منجر به به‌دست آمدن بیشرین میزان شاخص سطح برگ گردید.

جدول۱: خلاصه میانگین مربعات صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن تر بوته	وزن خشک بوته	طول ریشه	وزن خشک ریشه	شاخص سطح برگ
بلوک	۲	۳٦۳۳٦۳۳/۳۱۱**	۸۷۲٦۱/۱۰٤**	۲٦/۹۷۰**	٤۹۲۹/۲۹۸^{ns}	۲/۱٤۰**
اسید هیومیک	۳	۳۳٦٦۲۸٦٤/۲٤۸**	٤۸۵۵۷۱/۵٦۷**	٦۷/۵۲۰**	٦۹۷۹۵/۲٤۳**	۱/۲۱۰**
پتاسیم	۲	۹۸۱۰٦٦۱/٦۱۰**	۲٦۸۲۸/٤۸٦^{ns}	۲۰/۵٦۲**	۹۱٦۳/۹٦٤**	۰/۸۷۹*
اسید هیومیک× پتاسیم	٦	۱۷۹۸۰۷۹/۲۸۹**	۱٤٦۸۹۹/۱۹**	۳/۱٦۱**	۲۳٦۲/۵٦٦^{ns}	۰/۵۵٦*
اشتباه آزمایشی	۲۲	۱۰۰۲۳۹/۰۳٤	۱۰۳۸۱/۷۹۹	۰/۸٤۷	۱۸۳٤/۹۹۵	۰/۱۹۲
ضریب تغییرات (٪)		٤/۰	۱۰/٤	۳/٦	۱۸/٤	۲۰/۳

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

جدول۲: مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف اسید هیومیک بر روی صفات مورد مطالعه

مقادیر مختلف اسید هیومیک (kg/ha)	وزن تر کل بوته (kg/ha)	وزن خشک کل بوته (kg/ha)	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (kg/ha)	شاخص سطح برگ
۰	۵۷۱۱/۸d	۸۲٦/۳c	۲۲/۲d	۱٤۱/٦d	۱/۷b
۲	۷۰٤۵/۱c	۷٦۷/۵c	۲٤/۲c	۱۸۷/۰c	۲/۰b
۱۰	۸۰۰۹/۷b	۱۰۰٦/۵b	۲٦/۰b	۲۵٦/۵b	۲/۰b
۱۵	۱۰۳۰۰/۲a	۱۲۸٤/۵a	۲۹/۰a	۳٤٤/۰a	۲/٦a

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال۵٪ تفاوت معنی دار ندارند

جدول۳: مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف پتاسیم بر روی صفات مورد مطالعه

مقادیر مختلف پتاسیم (kg/ha)	وزن تر کل بوته(kg/ha)	وزن خشک کل بوته (kg/ha)	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (kg/ha)	شاخص سطح برگ
۰	٦۸٦۲/٦c	۹۲۷/۰a	۲٤/۱c	۲۰۹/۸b	۱/۸b
۵۰	۷۷٦٦/۵b	۹٦۵/۸a	۲۵/۰b	۲۲۳/۷b	۲/۳a
۱۰۰	۸٦۷۱/۰a	۱۰۲۱/۰a	۲۷/۰a	۲٦۳/۱a	۲/۲a

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال۵٪ تفاوت معنی دار ندارند

جدول٤: مقایسه میانگین برهم کنش اسید هیومیک و پتاسیم بر روی صفات مورد مطالعه

برهم کنش تیمارها	وزن تر کل بوته (kg/ha)	وزن خشک کل بوته (kg/ha)	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (kg/ha)	شاخص سطح برگ
H0K0	٤٦٤٢/٢j	٥٨٧/٦e	١٩/٧g	١٣٧/٦a	١/٢d
H0K1	٥٩٦٣/٢i	٩٠٢/٨d	٢١/٨f	١٤٩/٠a	٢/٤bc
H0K2	٦٥٣٠/٠h	٩٨٨/٧cd	٢٤/٧de	١٣٨/٤f	١/٦cd
H1K0	٦٨٩٧/٠gh	٩٧٩/٤cd	٢٣/٦e	١٧١/٧a	٢/١bc
H1K1	٦٩٤٤/٢fgh	٧٢٩/٠e	٢٣/٩e	١٦٩/٠a	٢/٢bc
H1K2	٧٢٩٤/٢fg	٥٩٤/٢e	٢٤/٨de	٢٢٠/٢a	١/٨bcd
H2K0	٧٤٩٧/٦ef	١١١٠/٤c	٢٥/٩cd	٢٤٦/٤a	١/٨bcd
H2K1	٧٩٨١/٠de	٩٤٨/٠cd	٢٤/٨de	٢٣٧/٦a	٢/٢bc
H2K2	٨٥٥٠/٦c	٩٦١/٣cd	٢٦/٦bc	٢٨٥/٦a	٢/١bc
H3K0	٨٤١٣/٨cd	١٠٠/٣cd	٢٧/٣bc	٢٨٣/٧a	٢/١bc
H3K1	١٠١٧٧/٦b	١٢٨٣/٣b	٢٨/١b	٣٣٩/٢a	٢/٥b
H3K2	١٢٣٠٩/٣a	١٥٣٩/٨a	٣٠/٣a	٤٠٨/٢a	٣/٣a
میانگین	٧٧٦٦/٧	٩٧١/٢	٢٥/١	٢٣٢/٢	٢/١

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال٥٪ تفاوت معنی دار ندارند

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، مشخص می شود که، اسید هیومیک همراه با پتاسیم باعث افزایش عملکرد صفات مورد بررسی نسبت به شاهد گردیده که این افزایش عملکرد در برخی از صفات بصورت سینرژیک بوده است. افزایش عملکرد ناشی از تیمارهای فوق می تواند به دلیل: ۱)کاهش pH خاک و در نیتجه آزادسازی تدریجی عناصر غذایی و تثبیت کمتر پتاسیم، در نتیجه مصرف اسید هیومیک و کاهش آبشویی آنها ۲) قابلیت اسید هومیک در افزایش مثبت نفوذپذیری غشای سلولی به جذب عناصر (به-خصوص پتاسیم) به خاطر فعالیت شبه هورمونی اسید هومیک و افزایش انحلال عناصر غذایی در خاک ۳) افزایش ظرفیت بین لایه ای پتاسیم و سرعت بیشتر واکنش تبادلی لایه های رسی نسبت به انحلال عناصردر نتیجه مصرف اسید هیومیک ٤) بهبود حاصلخیزی خاک در نتیجه مصرف اسید هیومیک باشد که این امر با یافته های ژان و اروین (۲۰۰٤) و آیکن و همکاران (۱۹۸۵) مطابقت دارد. همچنین داده های حاصل از جدول۲ مشخص کرد که همراه با افزایش مقادیر اسید هیومیک، عملکرد گیاه پنیرک افزایش یافت. همچنین بر اساس داده های جدول۳ مشخص می شود که با افزایش سطوح پتاسیم عملکرد گیاه افزایش یافته است که این امر نشاندهنده اثر مثبت این عنصر روی گیاه مورد نظر است این موضوع با یافته ها و گزارش های کوچکی مقدم (۲۰۰۹) مطابقت دارد.

اولک و کاسمان (۱۹۹۵) نیز در آزمایشی گزارش کردند اضافه کردن اسید هومیک به خاک باعث کاهش تثبیت پتاسیم و در نتیجه افزایش میزان پتاسیم قابل تبادل می شود. آنها علت افزایش پتاسیم قابل دسترس

و کاهش میزان تثبیت پتاسیم را ناشی از افزایش ظرفیت بین لایه ای پتاسیم و سرعت بیشتر واکنش تبادلی لایه های رسی نسبت به انحلال عناصر دانستند. آنها بیان داشتند که اسید هیومیک در برخی از گروهها مانند کربوکسیلیک اسید و هیدروکسیل به وفور یافت می شود که این گروهها در افزایش میزان انحلال عناصر و یونها در خاک نقش موثری دارند. این موضوع در آزمایش دیگری توسط سینگرام و رامار (۲۰۰٦) ثابت شد، آنها نقش اسید هومیک روی آزادسازی برخی عناصر غذایی ماکرو و میکرو و جذب آنها توسط پیاز را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد که افزودن ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید هومیک همراه با ۱۰۰٪ میزان کود های شیمیایی معمول، باعث افزایش جذب عناصر می گردد. همچنین استفاده از اسید هومیک به فرم خاکی با میزان ۲۰ کیلو گرم درهکتار همراه با ۷۵٪ از میزان کودهای شیمیایی، باعث بهبود جذب عناصر غذایی نسبت به حالتی که ۱۰۰٪ از میزان کودهای شیمیایی به تنهایی به گیاه داده شد، گردید. آنها علت افزایش جذب پتاسیم را بدلیل اثرات اسید هیومیک در افزایش نفوذپذیری غشاء سلولی به جذب پتاسیم دانستند که این نظر با گزارشات سامسون و ویسر (۱۹۸۹) مطابقت دارد. آنها علت افزایش عملکرد سیب زمینی را بهبود حاصلخیزی خاک در نتیجه مصرف اسید هیومیک به میزان ۲۰ کیلوگرم درهکتار همراه با مقادیر کامل کودهای ذکر شده دانستند.

بر اساس داده های جدول٤ مشخص می شود که برهم کنش بین اسید هیومیک و پتاسیم منجر به افزایش عملکرد گل و برگ در گیاه پنیرک گردیده است. همچنین محققین دیگری نیز اثرات مثبت مصرف اسید هیومیک در ترکیب با کودهای دیگر روی افزایش عملکرد را گزارش کرده اند (٤، ۸، ۱۳ و ۱۵). همین طور رنگروژ و پارتیدا (۲۰۰۳) در آزمایشی تاثیر اسیدهومیک ۱۲ ٪ و اسید فسفریک ۲۹٪ به‌علاوه پتاسیم را روی رشد قلمه های گیاه آووکادو بررسی کردند. در پایان مشخص شد که اضافه کردن اسید هومیک به همراه ترکیبی از اسید فسفریک و پتاسیم باعث افزایش ۳٦ درصدی طول شاخه ها و ۲۱.۲ درصدی ضخامت ساقه در مقایسه با شاهد گردید. تیمار اسید هومیک باعث افزایش ۲۸ درصدی طول شاخه و ۱۹/۲ درصدی قطر شاخه ها گردید. آنها علت افزایش میزان جذب عناصرغذایی توسط گیاه را افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC) در نتیجه اثر تیمار های یاد شده دانستند. همچنین آنها گزارش کردند که اضافه نمودن اسید هیومیک به همراه ترکیبی از اسید فسفریک و پتاسیم منجر به جذب بیشتر پتاسیم و ازت توسط گیاه می گردد. در پژوهش دیگری شریف و همکاران (۲۰۰۳) آزمایشی جهت مطالعه اثر دو سطح اسید هومیک به تنهایی و در مخلوط با مقادیر توصیه شده کودهایNPK و نصف مقادیر توصیه شده برای تعیین بهترین حالت جهت کشت ذرت در تناوب با گندم انجام دادند. نتایج حاکی از آن بود که تیمار اسید هومیک به تنهایی و به همراه مقادیر کامل کودهای توصیه شده تاثیر معنی داری روی عملکرد ذرت و محتوای عناصر غذایی گیاه داشت. آنها بیان نمودند که افزایش عملکرد ذرت در نتیجه مصرف

اسید هیومیک همراه با مقادیر کامل کودهای NPK بدلیل اثرات مثبت اسید هیومیک روی آزادسازی تدریجی برخی عناصر در خاک بود که این امر خطر آبشویی و تثبیت آنها را از بین می برد.
از طرف دیگر با توجه به افزایش کیفیت و میزان اسانس گل در گیاهان تیمار شده با اسید هیومیک همچون گل های گیاه پنیرک، می توان آنرا به ویژگی شبه هورمونی اسید هیومیک نسبت داد (۵). پیکولو و همکاران (۱۹۹۱) فعالیت شبه هورمونی از جمله بنزیل آدنین (Benzyl adenine) را برای اسید هیومیک با منشاء لئوناردیت گزارش کرده اند.

نتیجه گیری

از تجزیه و تحلیل آزمایش مشخص می شود که هر دو ماده اسیدهیومیک و سولفات پتاسیم در افزایش عملکرد گیاه پنیرک موثر بوده و کاربرد آنها باعث افزایش شاخص سطح برگ، طول ریشه، افزایش عملکرد تر و خشک کل بوته و ریشه می گردد. نتایج همچین حاکی از عدم تاثیر اسید هیومیک در کاهش مصرف کود شیمیایی سولفات پتاسیم بود.

منابع

1- Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P. and Zocchi, G. 1998. The Effect of Commercial Humic acid on Tomato plant growth and mineral nutrition-Journal of Plant Nutrition, Volume 21, Issue 3 March , pages 561 – 575

2- Aiken, G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L. and MacCarthy, P. (ed.) 1985. Humic substances in soil, sediment, and water—Geochemis- try, isolation, and characterization. Wiley, New York

3- Aydin.A., Turan, M. and Sezen, Y. 1999. Effect of Fulvic+Humic Application on Yield Nutrient uptake in Sunflower (Heliantus annuus) and Corn (Zea mays). Soil science 6:249-255.

4- Brannon, C. A. and Sommers, L. E. 1985. Preparation and characterization of model humic polymers containing organic P. Soil Biol.and Biochem. 17:2, 213-219.

5- Casenave, D. S. E., Arguello, J. A., Abdala, G. and Orıolı, G.A. 1990. Content of auxın,inhibitor and gibberellin like substances in humic acids. Biol. Plant. 32:346–351.

6- Daneshvar, M. 2002. Effect of Humic Acid and Micoriza Fungi on Feature of Lolium perenne cv. Spidigreen.18-22

7- Dursun, A. and Guvenc, I. 2000. Effects of Different levels of Humic acid on Seedling Growth of tomato and Eggplant.ISHS Acta Horticulture 491.33-35

8- Hai, S. M. and Mir, S. 1998. The lignitic coal derived humic acid and the prospective utilization in Pakistan's agriculture and industry. Sci.Tech. & Dev. 17: 3, 32-40.

9- Hussain, T., Jilani, G. and Iqbal, M. Z. 1988. Integrated use of organic and inorganic fertilizer in rice–wheat cropping system. Pak. J. Soil. Sci. 3:19-23.

10- Kononova, M. M. 1966. Soil organic matter, its nature and role in soil formation and fertility.Oxford, New York. pp. 544.

11- Koocheki, A., Falahi, J. and Moghadam, P. 2009. Effect of Biologic Fertilizers on Yield of Camomile.Iran Crop Research Magazin.Vol 7 No 1.2009

12- Lawson G. J. and Stewart, D. 1989. Humic substances in soil, sediment and water. Publisher MacCarthy Wiley Inter Science New York.66-67

13- Malik, K. A., Bhatti, N. A. and Kausar, F.1979. Effect of soil salinity on the decomposition and humification of organic matter by fungi.Mycologia 71, 811-820.

14- Nisar, A. and Mir, S. 1989. Lignitic coal utilization in the form of Humic Acid as fertilizer and soil conditioner. Sci. Tech. and Dev. 8 (1): 23-26.

15- Odonell, R. W. 1973. The auxin-like effects of humic preparation from leonardite. Soil Sci.116, 100-112.

16- Olk, D. C. and Cassman, K. G. 1995. Reduction of potassium fixation by two Humic acid fractions in Vermiculitic soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:1250-1258

17- Omidbaigi, R. 2005. Produce and Processinf of Medicinal Plants. Self-Reliance. Tehran. Vol 3. p 193-200
18- Piccolo A., Nardi, S. and Concheri, G. 1991. Structural characteristics of humicsubstances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. Soil Biol.Biochem. 23:833–836.
19- Rengrudkij, Ph. and Partida, G. J. 2003. The Effects of Humic acid and phosphoric acid on grafted hass Avocado ov Mexican seedling Rootstocks- Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate). pp. 395-400.
20- Samson, G. and Visser, S. A. 1989. Surface Active Effects of Humic cids on Potato cell membr ane pr oper Ties. Soil Biol. and Biochem., 21: 343-347
21- Sharif, M., Khattak, R. A. and Sarir, M. S. 2003-Residual Effect of Humic acid and Chemical Fertilizers on Maize Yield and Nutrient Accumulation-Sarhad J. Agric. Vol.19, No.4
22- Sibanda, H. M. and Young, S. D. 1989. Competitive adsorption of humic acids and P on goethite, gibbsite and two trop. soils. J. Soil Sci. 37:197-204.
23- Singaram, A. and Ramar, D.2006. Effect of Lignite Humic Acid and Fertilizers on the Yield of Onion and Nutrient Availability. The 18th World Congress of Soil Science. V 15(3).163-21
24- 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 Sci.44:1737-1745