نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 3، پاییز 1394، ص. 341-332
شاپا: 4730 - 2008

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 3, Fall 2015, P. 332-341
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر سطوح مختلف نیتروکسین و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های کمی و اسانس گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum* (L .)C .B . Clarke)

کاظم برغمدی[1*] - شهلا نجفی[2]

تاریخ دریافت: 1392/03/15
تاریخ پذیرش: 1394/03/26

چکیده

به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف نیتروکسین و اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه زابل انجام گردید. تیمارهای کودی شامل: استفاده از کود زیستی نیتروکسین به صورت تلقیح با بذر در چهار سطح شامل N1=صفر (شاهد)، N2= 0/5، N3= 1 و N4= 1/5 لیتر در هکتار و استفاده از کود آلی اسید هیومیک به صورت محلول در آب آبیاری و در مرحله 4 برگی در چهار سطح شامل H1= صفر (شاهد)، H2= 1، H3= 2 و H4= 3 کیلوگرم در هکتار بود. نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر اسید هیومیک بر وزن هزار دانه، تعداد چتر، تعداد شاخه جانبی، درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد و عملکرد اسانس به ترتیب با 4/17 درصد و 64/75 کیلوگرم در هکتار از تیمار H4 به دست آمد. هم‌چنین اثر نیتروکسین بر تمام صفات فوق به جز درصد اسانس معنی‌دار بود. برهمکنش تیمارهای اسید هیومیک و نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه (1758/33 کیلوگرم در هکتار) از تیمار N4H3 به دست آمد. با توجه به نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد استفاده از 1/5 لیتر نیتروکسین و سه کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار بهترین تیمار در تولید درصد و عملکرد اسانس زنیان باشد.

واژه‌های کلیدی: صفات مورفولوژیکی، عملکرد اسانس، کود زیستی

مقدمه

در کشاورزی تجاری استفاده بیرویه و نامتعادل از کودها و سموم شیمیایی که تخریب خاک و از بین رفتن موجودات خاکزی را در پی دارد، سبب شده است توان تولید و حاصلخیزی خاک کاهش یافته و کیفیت محصولات تولیدی کاهش پیدا کند (30). حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه با توجه به اصول کشاورزی اکولوژیک نقش مهمی در بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی دارد (19). یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف کاربرد کودهای شیمیایی است. کاربرد کودهای بیولوژیک، از جمله راهبردهای تغذیه گیاه برای نیل به اهداف کشاورزی اکولوژیک است (17). اصطلاح کودهای بیولوژیک منحصرا به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌گردد، بلکه ریزموجودات باکتریایی و قارچی و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها در رابطه با تثبیت نیتروژن، فراهمی فسفر و سایر عناصرغذایی از جمله مهم‌ترین کودهای بیولوژیک محسوب می‌گردند (25). نیتروژن عمدتاً اولین عنصر غذایی است که در مناطق خشک و نیمه خشک کمبود آن مطرح است زیرا مقدار مواد آلی که عمده‌ترین منبع ذخیره ازت می‌باشد در این مناطق ناچیز است (24). امروزه به تثبیت بیولوژیکی نیتروژن از طریق باکتری‌های همیار آزادزی از جمله آزوسپیریلوم و ازتوباکتر در بوم نظام‌های کشاورزی توجه ویژه‌ای معطوف شده است (39). نیتروکسین حاوی مؤثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) می‌باشد. باکتری‌های موجود در نیتروکسین علاوه بر تثبیت نیتروژن جو و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد مانند اکسین (IAA)، ترشح اسیدهای آمینه مختلف، انواع آنتی بیوتیک‌ها، سیانیدهیدروژن و سیدروفور موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان می‌شوند (39). کوچکی و همکاران (20) در آزمایشی روی گیاه دارویی

1-دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی گرایش گیاهان دارویی، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: Email: Kazem.barghamadi@gmail.com)
۲-استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زابل

زوفا (*Hyssopus officinalis*) نشان دادند که کاربرد کودهای بیولوژیک نقش مفید و مؤثری در بهبود ویژگی‌های رشد، عملکرد اندام هوایی و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا دارد. تلان و همکاران (38) طی تحقیقات خودروی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) اظهار داشتند که تلقیح با ازتوباکتر موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، چتر، چترک و عملکرد دانه گیاه در مقایسه با شاهد گردید.

هیومیک اسید یکی دیگر از کودهای مناسب مورد استفاده در نظام کشاورزی ارگانیک می‌باشد. با توجه به ملاحظات زیست محیطی اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد (31). اسیدهیومیک با وزن مولکولی 30000-300000 دالتن و اسید فولویک هم با وزن مولکولی کمتر از 30000 دالتن به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (26). استفاده از اسیدهیومیک باعث رشد اندام هوایی می‌شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است (13). در پژوهشی کاربرد اسیدهیومیک در سویا باعث افزایش جذب آب، سرعت جوانه‌زنی و تنفس شد (15). هم‌چنین تیمار اسید هیومیک در گندم از طریق کلات کردن عناصر کلسیم و منیزیم در خاک باعث افزایش دسترسی ریشه به این عناصر شد (22 و 41). با توجه به این که اطلاعات موجود در مورد اثرات ناشی از کاربرد این کودها روی گیاهان داروئی بسیار کم است، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر مصرف کود زیستی نیتروکسین و کود آلی هیومیک اسید در گیاه دارویی زنیان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف کود زیستی نیتروکسین و کود آلی اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل استفاده از کود زیستی نیتروکسین به صورت بذرمال در 4 سطح شامل صفر (شاهد)، 0/5، 1 و 1/5 لیتر در هکتار و استفاده از کود آلی اسید هیومیک به صورت حل کردن در آب آبیاری، پس از سبز شدن گیاهان، در مرحله 4 برگی در 4 سطح شامل صفر (شاهد)، 1، 2 و 3 کیلوگرم در هکتار بودند. آب و هوای منطقه بر اساس طبقه بندی کوپن جزء اقلیم‌های خشک و بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. منطقه در ارتفاع 481 متر بالاتر از سطح دریا و مختصات جغرافیایی 61 درجه و 41 دقیقه طول شرقی و 30 درجه و 54 دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. خاک مزرعه دو سال به صورت آیش بوده و بر اساس نتایج تجزیه بافت آن شنی لومی تشخیص داده شد و سایر خصوصیات خاک نیز مورد بررسی قرار گرفت (جدول 1). بذر مورد استفاده در این تحقیق از توده محلی تهیه شد و در تاریخ 1390/12/5 بعد از تلقیح با نیتروکسین و خشک کردن در سایه، به صورت سطحی کشت گردید. آبیاری به صورت غرقابی و هفته‌ای یکبار انجام گردید. هر کرت آزمایشی شامل 6 خط کاشت به فواصل 35 سانتی‌متر و به طول 2 متر بود، فاصله بین تکرارها 1/5 متر و فاصله بین کرت‌ها 0/5 متر در نظر گرفته شد. کود بیولوژیک نیتروکسین مورد استفاده در این تحقیق از شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیا تهیه شد که دارای 10^8 سلول زنده از هر یک از جنس‌های باکتری (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) در هر میلی لیتر نیتروکسین بود. نام تجاری اسیدهیومیک مورد استفاده در این آزمایش هیومکس بود که شامل 80 درصد اسیدهیومیک، 15 درصد اسیدفلوویک و 5 درصد اکسید پتاسیم بود. برای اندازه‌گیری صفات مورد نظر شامل وزن هزاردانه، عملکرد دانه و هم‌چنین وزن، درصد و عملکرد اسانس، نمونه‌های بذری در زمان رسیدگی کامل و قهوه‌ای شدن، از چهار ردیف وسط هر کرت (با احتساب حذف 30 سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر ردیف) تهیه شدند. اسانس موجود در دانه به روش تقطیر با آب به مدت 3 ساعت استخراج گردید. درصد اسانس پس از رطوبت زدایی آن توسط سولفات سدیم محاسبه شد (17). پس از محاسبه درصد وزنی اسانس در کل، عملکرد آن در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) تعیین شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SAS استفاده شد و میانگین‌های صفات مورد بررسی توسط آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تاثیر تیمارها روی صفات ظاهری مورد اندازه‌گیری ارتفاع بوته

ارتفاع بوته تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای اسید هیومیک و نیتروکسین و هم‌چنین اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت و معنی‌دار نشد (جدول 2).

تعدادچتر

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار اسید هیومیک بر تعداد چتر بسیار معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین تعداد چتر از تیمار H4 با 28/11 چتر به دست آمد (جدول 3). اختلاف این سطح با سایرسطوح تیمارها معنی‌دار بود. با افزایش مقدار اسید هیومیک بر تعداد چتر افزوده شد.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق 30-0 سانتیمتری

Table 1- Physical and chemical properties of the soil tests in 0-30 cm depth

بافت Texture	شن Sand (%)	رس Clay (%)	لای Loam (%)	سدیم Sodium	پتاسیم کل Potassium	فسفر کل Phosphorus	کربن آلی Organic Carbon (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	ماده آلی Organic material (%)	وزن مخصوص ظاهری Bulk density (g/cm^3)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (ds/m)
					(mg. kg^{-1})							
شنی لومی Sand-loam	41	32	27	38.7	115	9.2	0.47	0.09	0.87	1.49	8.4	1.46

جدول 2- تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی زنیان تحت تاثیر اسید هیومیک و نیتروکسین

Table 2- Analysis of variance of quantitative characteristics of *Carum copticum* affected by humic acid and Nitroxin

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS					
		وزن هزار دانه Seed weight	ارتفاع بوته Height of plant	تعداد چتر Number of umbels	تعداد شاخه جانبی Lateral branches	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield
تکرار Replication	۲	۰.۰۰۹۷	۲۳۰.۰۲۴	۰.۵۰	۰.۰۹۹	۳۲۲۷۹.۰۰	۸۴۰۴۷.۷۷
اسید هیومیک Humic acid	۳	۰.۱۵۰۹**	۴۴.۳۳۴^{ns}	۸۸.۷۴**	۳.۴۴۳**	۱۳۸۸۹۷۵.۸۳**	۲۰۳۳۹۶.۰۱**
نیتروکسین Nitroxin	۳	۰.۰۳۲۵**	۶۹.۵۶۸^{ns}	۶.۸۹**	۱.۵۰۴*	۲۴۵۰۰۱۷.۴۲**	۳۰۲۷۲.۴۰**
اسید هیومیک x نیتروکسین Humic acidxNitroxin	۹	۰.۰۰۴۳^{ns}	۸۸.۹۸۹^{ns}	۰.۴۸^{ns}	۰.۲۴۶^{ns}	۱۸۱۲۷۹.۳۹**	۷۹۹۷.۸۷*
خطا Error	۳۰	۰.۰۰۵۶	۵۹.۸۹۰۳	۰.۳۴	۰.۳۷۱۳	۳۳۵۸۶.۰۰	۳۰۹۱.۲۷
ضریب تغییرات (%) CV	-	۷.۵۱	۱۲.۱۳	۲.۳۴	۹.۷۶	۳.۶۸	۳.۷۴

ns، *و** به ترتیب عدم اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح 5 و 1 درصد می‌باشد.

ns, * and ** are non- significant and significantly at α=0.05 and α=0.01, respectively.

همچنین کمترین تعداد چتر از تیمار شاهد (H1) با 21/8 چتر به دست آمد. تیمار نیتروکسین نیز برتعداد چتر تأثیر معنی‌داری در سطح 1 درصد داشت (جدول2). بیشترین تعداد چتر (25/69) از تیمار N3 به دست آمد، که از نظر آماری اختلافی بین این تیمار و تیمار N4 مشاهده نشد اما با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری بود، همچنین کمترین تعداد چتر (24) در تیمار شاهد (N1) مشاهده شد (جدول 3). در این ارتباط می‌توان اظهار داشت که به دنبال کاربرد نیتروکسین، باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از طریق تولید ویتامین‌ها، محرک‌های رشد، افزایش رشد ریشه و افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی باعث بهبود برخی صفات شدند. نتایج این تحقیق با نتایج سانچز گووین و همکاران (32) مطابقت دارد، ایشان گزارش کردند که کاربرد کودهای بیولوژیک در گیاهان دارویی بابونه و همیشه بهار باعث افزایش عملکرد گل شد. محفوظ و شرف الدین (23) نیز گزارش کردند که تعداد چتر در بوته در گیاه رازیانه تحت شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک نسبت به عدم استفاده از این کودها افزایش معنی‌داری یافت. اثر متقابل تیمارهای اسید هیومیک و

نیتروکسین بر تعداد چتر معنی‌دار نشد.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه تحت تأثیر تیمارهای اسید هیومیک بسیار معنی‌دار شد (جدول 2). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین وزن هزار دانه در تیمار H4 با 1/1 گرم مشاهده شد که با تیمار H3 اختلاف معنی‌داری نداشت ولی در مقایسه با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول 3). همچنین کمترین وزن هزار دانه از تیمار شاهد (H1) با 0/84 گرم به دست آمد. طبق نتایج به دست آمده با افزایش مقدار اسید هیومیک مصرفی بر میزان وزن هزار دانه افزوده می‌شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است (13). در حقیقت قابلیت‌های اسید هیومیک توانایی ایجاد کمپلکس‌های پایدار با یون‌های فلزی می‌باشد (6). اسید هیومیک سبب تداوم بافت‌های فتوسنتز کننده شده و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (40). با توجه به نتایج تجزیه واریانس، تیمار نیتروکسین نیز تأثیر معنی‌داری در سطح 1 درصد بر وزن هزار دانه داشت (جدول 2). بیشترین وزن هزار دانه (1/02 گرم) در تیمار N4 مشاهده شد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای استفاده از کود نیتروکسین یعنی N2 و N3 نداشت و فقط با تیمار شاهد (N1) دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول 3). در ارتباط با افزایش وزن هزار دانه به دنبال کاربرد کود زیستی نیتروکسین می‌توان اظهار داشت که این افزایش، در نتیجه تأثیر باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بر تثبیت نیتروژن و توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای و به تبع آن جذب بهتر عناصر غذایی به ویژه نیتروژن حاصل گردید. در واقع کودهای زیستی با ایجاد تعادل بین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، ضمن افزایش رشد رویشی، رشد زایشی را نیز افزایش داده و با ایجاد مقصد (Sink) فراوان (دانه)، آسمیلات تولیدی حاصل از رشد رویشی به دانه‌ها انتقال و در نهایت شاخص برداشت دانه گیاه بالا می رود (28). قادر و همکاران (16) درگندم و گوپتا و سامنوترا (12)، در کلزا گزارش کردند که استفاده از ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، موجب افزایش وزن هزار دانه شده است، که علت آن را افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه، بر اثر تلقیح با این باکتری‌ها دانستند. برهمکنش تیمارهای اسید هیومیک و نیتروکسین بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود.

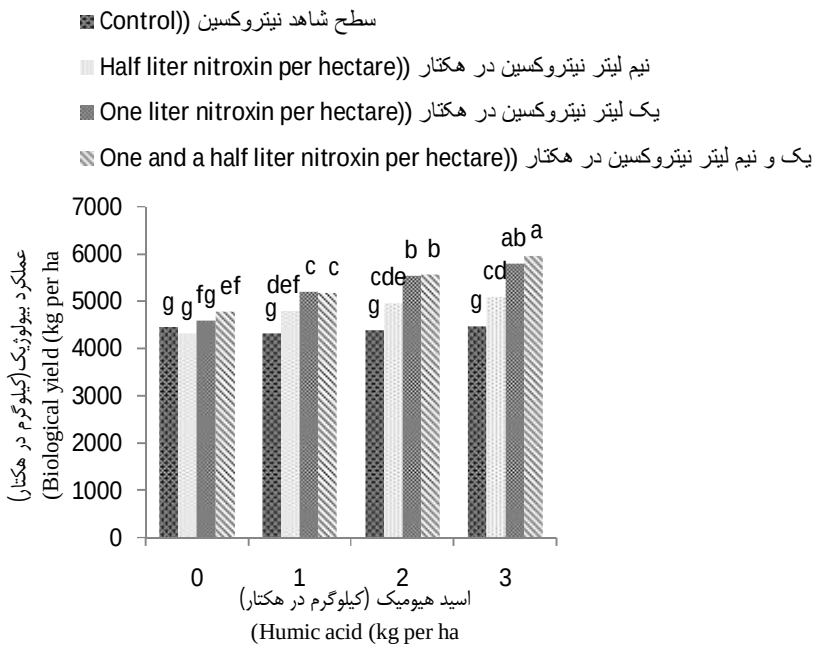
تعداد شاخه جانبی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار اسید هیومیک بر تعداد شاخه جانبی در سطح احتمال 1درصد معنی‌دار بود (جدول2). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین تعداد شاخه جانبی (6/94) در تیمار H4 مشاهده شد که این سطح دارای اختلاف معنی‌داری با سطوح دیگر بود، هم‌چنین کمترین تعداد شاخه جانبی (5/63) در تیمار شاهد (H1) مشاهده شد (جدول 3). اسید هیومیک با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت نگهداری آب در خاک و هم‌چنین ایفای نقش، روی نفوذپذیری غشاء به عنوان ناقل پروتئین، فعال کردن تنفس، چرخه کربس، فتوسنتز و تولید آمینواسید و آدنوزین تری فسفات باعث افزایش رشد گیاهان می‌شود (36). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تیمار نیتروکسین بر تعداد شاخه جانبی در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین تعداد شاخه جانبی (6/75) در تیمار N4 مشاهده شد که از نظر آماری بین این تیمار و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول 3). کمترین تعداد شاخه جانبی نیز در تیمار شاهد (N1) با میانگین 5/94 شاخه مشاهده شد. این نتیجه با نتایج درزی و همکاران (6) در رازیانه و فلاحی و همکاران (11) در بابونه آلمانی مطابقت دارد. در همین راستا سینگ و کپور (37) با بررسی تاثیر ازتوباکتر، گزارش کردند که استفاده از کودهای بیولوژیک باعث افزایش تعداد شاخه جانبی ماش (*Vigna radiata*) می‌شود. به عقیده الغدبان و همکاران (8) مصرف کودهای زیستی بر تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد چتر در گیاه رازیانه تأثیر معنی‌دار دارد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که تیمارهای اسید هیومیک و نیتروکسین و همچنین برهمکنش آن‌ها بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول2). بیشترین عملکرد بیولوژیک (5972/22 کیلوگرم) در تیمار H4N4 و کمترین عملکرد بیولوژیک (4327/77 کیلوگرم) در تیمار H2N1 مشاهده شد (شکل 1). این اثرات سودمند اسید هیومیک از طریق قدرت کلات کنندگی عناصر غذایی و اثر بر خصوصیات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی خاک ظاهر شد. هم‌چنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد شد (7). سماوات و ملکوتی (31) گزارش کردند که استفاده از اسید هیومیک سبب افزایش تهویه خاک، جذب عناصر غذائی، افزایش تقسیم سلولی، افزایش فتوسنتز و رشد گیاه و بطور کلی سبب افزایش وزن خشک گیاه می‌شود.

خلیلیان اکرامی (18) به دنبال کاربرد تثبیت کننده‌های نیتروژن (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) در ذرت و همچنین اوجاقلو (28) در پی کاربرد کود زیستی ازتوباکتر در گلرنگ، افزایش عملکرد بیولوژیک را گزارش کردند. نتایج تحقیقات لیتی (21) نیز بیانگر بهبود جذب عناصر غذایی توسط ریشه گیاه رزماری، افزایش میزان فتوسنتز و در نتیجه افزایش تولید ماده خشک و عملکرد اندام هوایی در نتیجه کاربرد کود بیولوژیک بود.



شکل1- برهمکنش اسید هیومیک و نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک گیاه زنیان

Figure 1- Interaction of humic acid and nitroxin on biological yield of *Carum copticum*

جدول3- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی زنیان تحت تأثیر اسید هیومیک و نیتروکسین

Table 3- Comparison of quantitative characteristics *Carum copticum* influence of humic acid and Nitroxin

تیمار Treatment	تعداد چتر Number of umbels	وزن هزار دانه seed weight (g)	تعداد شاخه جانبی lateral branches	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha^{-1})	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})
اسید هیومیک Humic acid (kg ha^{-1})					
3	28.11^{a}	1.1^{a}	6.94^{a}	5340.97^{a}	1551.39^{b}
2	25.88^{b}	1.05^{a}	6.19^{b}	5124.30^{b}	1634.03^{a}
1	23.75^{c}	0.98^{b}	6.19^{b}	4885.42^{c}	1412.50^{c}
شاهد	21.80^{d}	0.84^{c}	5.63^{c}	4547.22^{d}	1347.22^{d}
نیتروکسین Nitroxin (liter ha^{-1})					
1.5	25.30^{a}	1.02^{a}	6.75^{a}	5384.03^{a}	1552.78^{a}
1	25.69^{a}	1.00^{a}	6.19^{b}	5295.14^{a}	1497.22^{b}
0.5	24.55^{b}	1.02^{a}	6.08^{b}	4803.47^{b}	1451.39^{b}
شاهد	24.00^{c}	0.91^{b}	5.94^{b}	4415.28^{c}	1443.75^{c}

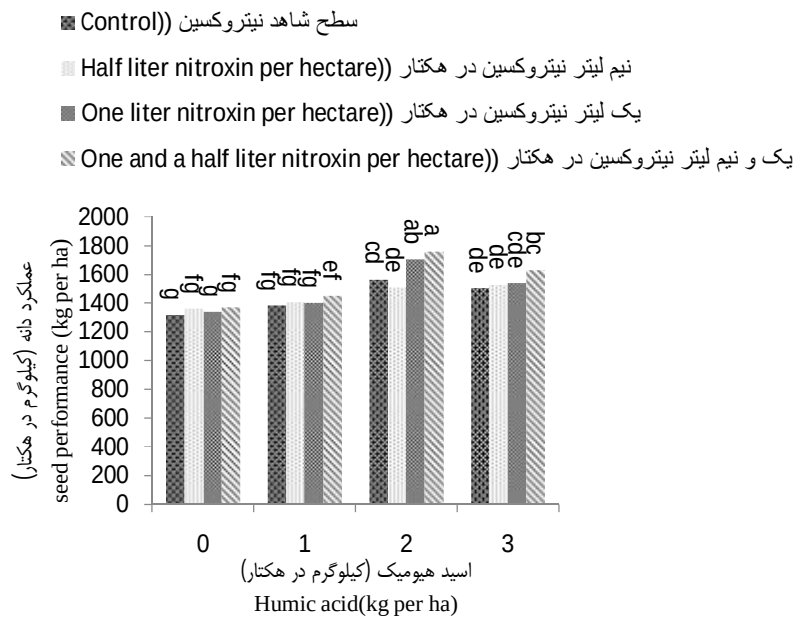
میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

عملکرد دانه

تیمارهای اسید هیومیک و نیتروکسین بر روی عملکرد دانه در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بودند و هم‌چنین برهمکنش آن‌ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین عملکرد دانه (1758/33 کیلوگرم) از تیمار H3N4 و کمترین عملکرد دانه (1319/44 کیلوگرم) از تیمار H1N1 (شاهد) به دست آمد (شکل 2). نتایج آزمایشات محققین در تأیید نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد که در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای

عملکرد گندم و ذرت، شریف (34) دریافت که اضافه کردن 0/5 تا 1 کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک به ترتیب عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گندم و ذرت را افزایش معنی‌داری داد. اضافه کردن 0/5 کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک عملکرد دانه را 25درصد نسبت به شاهد بالا برد. در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد دانه در جوشد (2)، از آن‌جاکه تلقیح با کودهای بیولوژیک به دلیل توسعه سیستم ریشه‌ای، باعث بهبود دسترسی و افزایش جذب عناصرغذایی و در نتیجه باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه میشود، بنابراین چنین به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد دانه در پاسخ زنیان به تلقیح با این کودها، به دلیل فراهمی بیشتر عناصرغذایی برای بوته‌ها بوده که در نتیجه باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی برای دانه‌ها شده است (14 و 28). فلاحی و همکاران (11) در بررسی خود بر روی گیاه بابونه مشاهده کردند که بالاترین عملکرد دانه، با کاربرد کود نیتروکسین حاصل شد.



شکل2- برهمکنش اسید هیومیک ونیتروکسین بر عملکرد دانه گیاه زنیان

Figure 2- Interaction of humic acid and nitroxin on seed performance of *Carum copticum*

جدول4- تجزیه واریانس وزن، درصد و عملکرد اسانس زنیان تحت تأثیر اسید هیومیک و نیتروکسین

Table 4- Analysis of variance of weight, percent and performance of *Carum copticum* essential oil under the influence of humic acid and Nitroxin

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعاتMS		
		وزن اسانس Essential oil Weight	درصد اسانس Essential oil Percent	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	2	0.0004	0.004	93.18
اسید هیومیک Humic acid	3	0.220**	2.459**	1375.64**
نیتروکسین Nitroxin	3	0.002ns	0.021ns	71.66**
اسید هیومیک x نیتروکسین Nitroxin× Humic acid	9	0.001ns	0.014ns	15.94ns
خطا Error	30	0.002	0.029	9.83
ضریب تغییرات (%) CV		48.4	54.4	59.5

ns، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح 5 و 1درصد می‌باشد.

ns, * and ** are non- significant and significantly at α=0.05 and α=0.01, respectively.

جدول5- مقایسه میانگین‌هایوزن، درصد و عملکرد اسانس زنیان تحت تأثیر اسید هیومیک و نیتروکسین

Table 5- Comparison of weight, percent and performance of *Carum copticum* essential oil under the influence of humic acid and Nitroxin

تیمار Treatment	وزن اسانس (گرم) Essential oil Weight (g)	درصد اسانس Essential oil Percent	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield (kg per ha)
اسید هیومیک Humic acid (kg per ha)			
3	1.25[a]	4.17[a]	64.75[a]
2	1.17[b]	3.91[b]	64.07[a]
1	1.13[b]	3.79[b]	53.52[b]
شاهد	0.93[c]	3.11[c]	42.00[c]
نیتروکسین (لیتر در هکتار) Nitroxin (liter per ha)			
1.5	1.13[a]	3.76[a]	58.94[a]
1	1.14[a]	3.80[a]	57.30[a]
0.5	1.11[a]	3.71[a]	54.18[b]
شاهد	1.11[a]	3.71[a]	53.92[b]

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح 5 درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

اثر تیمارها روی صفات بیوشیمیایی

وزن اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وزن اسانس تحت تأثیر تیمار اسید هیومیک در سطح 1درصد معنی‌دار شد (جدول 4). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که بیشترین وزن اسانس از تیمار H4 با 1/25 گرم و کمترین وزن اسانس از تیمار شاهد (H1) با 0/93 گرم به دست آمد که بین این تیمار با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود (جدول 5)، در توجیه این نتیجه به دست آمده می‌توان گفت که اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه (7) و در نتیجه تولید فرآورده‌های فتوسنتزی می‌شود و چون اسانس‌ها از گروه شیمیایی ترپن‌ها بوده و به این دلیل که گلوکز به عنوان پیش ماده مناسب در سنتز اسانس و به ویژه منوترپن‌ها مطرح هست، فتوسنتز و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی ارتباط مستقیمی با تولید اسانس دارد (27). تیمار نیتروکسین و همچنین برهمکنش بین اسید هیومیک و نیتروکسین بر وزن اسانس تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول 4).

درصد اسانس

نتایج آزمایش حاکی از آن است که درصد اسانس فقط تحت تأثیر تیمار اسید هیومیک در سطح 1 درصد معنی‌دار شد و تیمار نیتروکسین و برهمکنش بین اسید هیومیک و نیتروکسین روی درصد اسانس معنی‌دار نبود (جدول 4). جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد بیشترین درصد اسانس در تیمار H4 با 4/17 درصد و کمترین درصد اسانس در تیمار شاهد (H1) با 3/11 درصد مشاهده شد (جدول 5). اسید هیومیک مخلوط متراکم و کمپلکس اسیدهای آلی آروماتیک است. این ترکیب دارای گوگرد، ازت، فسفر و برخی از فلزات مانند: کلسیم، منیزیم، مس، روی و غیره می‌باشد. اسید هیومیک از نظر بیوشیمیایی ماده مؤثره هوموس است. در حقیقت اسید هیومیک از نظر نحوه عمل شبیه سایر کودهای آلی مانند کمپوست، ورمی‌کمپوست و کودهای آلی عمل می‌کند. درزی و همکاران (4) گزارش کردند که ورمی‌کمپوست باعث افزایش درصد اسانس رازیانه شد و با افزایش مقدار ورمی کمپوست میزان اسانس نیز افزایش نشان داد. کپور و همکاران (17) نیز گزارش کردند که کودهای آلی سبب افزایش عملکرد اسانس رازیانه می‌شود. تحقیقات زیادی نیز گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی باعث افزایش درصد اسانس در گیاهان دارویی می شوند (1 و 3).

عملکرد اسانس

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تیمار اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری ($P\leq 0/01$) بر عملکرد اسانس داشت (جدول 4). بیشترین میزان عملکرد اسانس (64/75 کیلوگرم در هکتار) از تیمار H4 به دست آمد، درحالی‌که بین این تیمار و تیمار H3 از نظر آماری اختلافی وجود نداشت اما با سایر تیمارها دارای اختلاف آماری معنی‌داری بود و همچنین کمترین میزان عملکرد اسانس (42 کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد (H1) مشاهده شد (جدول 5). در حقیقت اسید هیومیک با ایفای نقش‌های مختلف مانند قدرت کلات کنندگی عناصر غذایی و

اثر بر خصوصیات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی خاک باعث افزایش عملکرد دانه به عنوان اندام مورد استفاده در اسانس‌گیری و همچنین افزایش درصد اسانس شد و از این طریق یعنی با افزایش اجزای عملکرد باعث افزایش عملکرد اسانس شد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تیمار نیتروکسین بر عملکرد اسانس در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 4). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد اسانس (58/94 کیلوگرم در هکتار) از تیمار N4 به دست آمد، درحالی‌که بین این تیمار و تیمار N3 از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت اما با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری بود و هم‌چنین کمترین مقدار عملکرد اسانس (53/92 کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد (N1) مشاهده شد (جدول 5). نتایج نشان داد که میکروارگانیسم‌های خاک‌زی موجود در کود زیستی نیتروکسین (آزوسپریلیوم و ازتوباکتر) به طور غیرمستقیم با توسعه سیستم ریشه‌ای و افزایش سطح جذب یون‌ها، افزایش میزان جذبع ناصر غذایی و همچنین از طریق ترشح هورمون اکسین و تحریک رشد گیاه، باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و همچنین عملکرد دانه به عنوان اندام مورد استفاده در اسانس گیری گردیده است که با نتایج تحقیقات فلاحی و همکاران (11) مطابقت دارد. آنها به دنبال کاربرد کود زیستی نیتروکسین بر روی گیاه دارویی بابونه آلمانی نتایج مشابهی را به دست آوردند. همچنین نتایج مشابهی نیز از لحاظ افزایش عملکرد اسانس، توسط رام و کومار (29) بر روی نعناع و الغدبان (9) بر روی مرزنجوش، به دنبال کاربرد تثبیت کننده‌های نیتروژن گزارش شده است.

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از باکتری‌های مفیدی مانند ازتوباکتر و آزوسپریلیوم و اسیدهای آلی به صورت کمپلکس میکروبیولوژیک و میکروهومات‌ها در محیط ریشه گیاه سهم زیادی در جهت روند رشد و برداشت محصولات طبیعی داشته و خاک را بارور می‌کند. نتایج آزمایش نشان داد که بهترین درصد و عملکرد اسانس زنیان از کاربرد 1/5 لیتر نیتروکسین و 3 کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار به دست آمد.

منابع

1- Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger J.D., and Shuster W. 2000. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia, 44: 579–590.
2- Ayuso M., Hernandez T., Garcia C., and Pascual J.A. 1996. A comparative study of the effect on barley growthof humic substances extracted from municipal wastes and from traditional organic materials, 24: 493 – 500.
3- Badran F.S., and Safwat M.S. 2004. Response of fennel plants to organic manure and biofertilizers in replacementof chemical fertilization. Egyptian Journal of Agriculture Research, 82: 247-256.
4- Darzi M.T., Ghalavand A., Sefidkon F., Rejali F. 2007.The effects of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in Fennel (Foeniculum vulgare Mill. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(4): 396 -413. (in Persian with English abstract)
5- Darzi M.T., Ghalavand A., Rejali F., and Sefidkon,F. 2006. Effects of biofertilizers application onyield and yield components in Fennel (*Foeniculumvulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal andAromatic Plants, 22(4): 276-292. (in Persian with English abstract)
6- David p.p., Nelson p.v. and Sanders c.d. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. Journal of plant nutrition, 17: 173- 184.
7- Delfine S., Tognetti R., Desiderio E., and Alvino A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids ongrowth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable development, 25: 183-191.
8- El-Ghadban E.A.E., Shalan M.N. and Abdel-Latif T.A.T. 2006. Influence of biofertilizers on growth, volatile oilyield and constituents of fennel (*Foeniculum vulgare Mill*.). Egyptian Journal of Agriculture Research, 84: 977-992.
9- EL-Ghadban E. A., Ghallab A. M., and AbdelwahabA. F. 2002. Effect of organic fertilizer (Biogreen)and biofertilization on growth, yield and chemicalcomposition of Marjoram plants growth under newlyreclaimed soil conditions. 2nd Congress of RecentTechnologies in Agriculture, 2: 334-361.
10- Emami A. 1996. Methods of Plant Analysis. Soil and Water Research Institute, 982 (1): 128 p.
11- Fallahi J., Kochaki A.R., Rezvani Moghaddam P. 2010. Effects of biological fertilizers on yield and quality of German chamomile. (*Matricariia chamomilla*) Journal of agricultural research, 7 (1): 135-137. (in Persian with English abstract)
12- Gupta A.K and Samnotra R.K. 2004. Effect of biofertilizers and nitrogen on growth, quality and yield of cabbage (*Brassica napus* L.). Environment Ecology, 22: 551-553.
13- Harper S.M., kerven G.L., Edwards D.G. and ostatek boczyski Z. 2000. Characterizyion on fulvic and humic acids from leavesof eucalyptus comaldulensis and from decomposed hey. Soil Biochemistry, 32: 1331-1336.

14- Hazarika D.K., Taluk Dar N.C., Phookan A.K.,Saikia U.N., Das B.C., and Deka P.C., 2002.Influence of Vesicular arbascular mycorrhizal fungiand phosphate solubilizing bacteria on nurseryestablishment and growth of tea seedlings in Assam.A paper presented in the 17th WCSS, 14-21.
15- Iswaran V. and Chonkar P.K. 1971. Action of sodium humate and dry matter accumulation of soybean in saline alkali sail. In B. Novak ct al. Humus et Planta:613-615.
16- Kader M.A., Mian M.H., and Hoque M.S. 2002.Effects of Azotobacter inoculant on the yield andnitrogen uptake by wheat. Journal of BiologicalSciences, 2(4): 259-261.
17- Kapoor R., Giri B., and Mukerji, K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield andquality in *Foeniculum vulgare* mill on mycorrhizal inoculation supplemented with Pfertilizer.Bioresearch Technology, 93:307-311.
18- Khalilian Ekrami H. 1385. Effects of sulfur oxidizers bacteria (Thiobacillus), nitrogen fixation (Zvsprlyvm and Azotobacter) on corn yield, the .S. C 704 MS Thesis Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Tabriz Branch. (in Persian with English abstract)
19- Khoram Del S., Koochaki A., Nassiri Mahalati M., Ghorbani R. 2007. Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (Nigella sativa L). Journal of Iranian Field Crop Research, 2(6):285-294. (in Persian with English abstract)
20- Kochaki A.R., Tabrizi L., Gorbani R. 2009. Evaluation of the effect of biofertilizers on growth characteristics, yield and quality of the medicinal herb hyssop. CROP Research, 6 (1): 137- 127. (in Persian with English abstract)
21- Leithy S., El-Meseiry T.A., and Abdallah E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime onRosemary herbage oil quality. Journal of Applied Sciences Research, 2: 773-779.
22- Mackowiak C.L., Grossl P.R., and Bugbee B.G. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrientavailability to wheat. Soil Science Society of American Journal, 65: 1744–1750.
23- Mahfouz S.A., and Sharaf-Eldin M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oilcontent of fennel (*Foeniculum vulgare Mill.*). International-Agrophysics, 21: 361-366.
24- Malakoti M.J., Nafisi M. 1989. Fertilizer use in irrigated and rainfed lands, rinting, center, Tarbiat Modarres University Press, 267 p. (in Persian with English abstract)
25- Manaffee W.F., and Kloepper J.W. 1994. Application of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. *In*: "Soil biota management in sustainable farming systems". Eds. By C.E. Paankburst, B.M. Doube, V.V.S.R. Gupta, and P.R. Grace. p. 23-31. CSIRO, Pub. East Melbourne, Australia
26- Michael K. 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidizwd lignites in agriculture. Soil Science,1-23.
27- Niakan M., Khavarinejad R., Rezaei M.B. 2005. Effect of three ratios of fertilizer N, P, K on fresh weight, dry weight, leaf area and the essential oil of peppermint. (*Mentha piperita* L.) of Medicinal and Aromatic Plants Research, 21 (2): 148-131. (in Persian with English abstract)
28- Ojaglo F.2006. Effect of inoculation with biofertilizers (Azotobacter and phosphorus fertilization) on growth, yield, and safflower. MS Thesis Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Tabriz. (in Persian with English abstract)
29- Ram M., and Kumar S. 1997. Yield improvement inthe regenerated and transplanted mint menthearvensis by recycling the organic wastes andmanures. Bioresource Technology, 59: 141-149.
30- Saleh Rastin N.1999. Biological fertilizers. Journal of Soil and Water Special Publication Research Institute, Agricultural Extension and Education, 12 (3): 17-26. (in Persian with English abstract)
31- Samavat S., Malakoti M. 2006. Necessitates the use of organic acids (humic and Fvlvyk) to increase the quantity and quality of agricultural products. Technical Bulletin No. 463. Senate publications. Tehran. Iran. (in Persian with English abstract)
32- Sanches Govin E., Rodrigues Gonzales H., and C. Carballo Guerra. 2005. Ifluencia de los abonos organicos y biofertilizantes en la calidad de las especies medicinales *calendula officinalis* l.y *Matricaria recutita* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 10(1):1.
33- Sebahattin A., and Necdet C. 2005. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.). Agronomy. Journal, 4: 130-133.
34- Shariff M., 2002. Effect of lignitic coal derived HA on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil. Ph.DThesis, NWFP Agric Univ Peshawar, Pakistan.
35- Sharma A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agro-bios Indian publication. P. 300.
36- Sidari M., Ronzello G., Vecchio G., and Muscolo A. 2008. Influence of slope aspects on soil chemical and biochemical properties in a *Pinus laricio* forest ecosystem of Aspromonte (Southern Italy). European Journal of Soil Biology, 44(4): 364-372.
37- Singh S., and Kapoor K.K. 1998. Effects of inoculation of phosphatesolubilizingmicroorganisms and an arbuscularmycorrhizal fungus on mungbean grown under natural soil conditions.

38- Tehlan S.K., Thakral K.K., and Nandal J.K. 2004. Effect of *Azotobacter* on plant growth and seed yield of fennel(*Foeniculum vulgare* Mill.). Haryana Journal of Horticultural Science, 33(3/4): 287-288.
39- Tilak K. V. B. R., Ranganayaki N., Pal K.K., De R., Saxena A.K., Shekhar Nautiyal C., Tripathi A.K., and Johri B. N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science, 89: 136-150.
40- Wolf D.W., Henderson D.W., Hsiao T. C., and Alvino A. 1988. Interactive water and nitrogen effects onsenescence of maize. I. Leaf area duration nitrogen distribution and yield. Agronomy Journal, 80: 859-864.
41- Young C.C., and Chen L.F.. 1997. Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedling. Plant and Soil, 195: 143-149.