Research Article

Agricultural Engineering., 44(3) (2021) 325-342
DOI: 10.22055/AGEN.2021.38334.1614

ISSN (P): 2588-526X

ISSN (E): 2588-5944

Comparison of humic acid types on the concentration of macro nutrients elements in soil and leaves and yield components of pistachio trees in field conditions

S. Aryabod[1], A. Razavi Nasab[2*] and F. Nadaf FeyzAbadi[3]

1. Agricultural expert of Jahad-Keshavazi, Fariman, Iran
2. Department of agriculture of Payam-Noor University, Iran
3. Chairman of the board of directors of Shimi Gol Feyz Khorasan Company, Iran

Received**:** 23 August 2021 Accepted**:** 20 December 2021

Abstract

Introduction: The use of organic fertilizers in sustainable agriculture, in addition to increasing the support and activity of beneficial soil microorganisms in order to provide plant nutrients such as nitrogen, phosphorus and soluble potassium and also improves plant growth and yield are so necessary. In pistachio growing areas due to soil constraints such as salinity and sodium content of the soil, lack of proper structure in most areas, poor soil texture and long irrigation cycle, the use of auxiliary substances such as humic acid, can improve the situation and lead to increase nutrient uptake and increase growth and yield and sustainable production.

Materials and Methods: This experiment was carried out in a randomized complete block design with three replications in MahVelat. The main plot consisted of four types of humic acid (ordinary solid humic acid, Ferti Plus solid humic acid, Iranian liquid humic acid (all three products of Shimi Gol Feyz Khorasan Company) and American Liquid Humic Acid (HUMAX) and subplot including different application levels (0, first level for solid fertilizers 600 kg and liquid fertilizers 40 liters per hectare and second level for solid fertilizers 800 kg and liquid fertilizers 60 liters per hectare). The number of trees tested was 36 trees of 10-year-old almond cultivar. Solid fertilizer was applied once (March 2016) and liquid fertilizer twice (March 2016 and May 2017). Irrigation was drip (Babler) and studies were considered for one year. In August 2017, by random sampling of the leaves of each tree, the concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in the plant leaves and also by sampling the soil of the foot of each tree, some soil chemical properties, including pH, Organic carbon content, available nitrogen concentration and available phosphorus concentration in soil, potassium, calcium and magnesium in soil solution extract were measured. In September 2017, yield components (weight of 100 grains, ounce and emptiness percent) of each tree were measured by weight. The results were statistically analyzed using SAS software and the mean of the experimental data were compared with each other by Duncan's multiple range tests at 5% probability level.

Results and Discussion: The amount of organic carbon (71.42%), nitrogen (72.22%), and soil potassium (43.01%) with all types of humic acids showed a significant increase compared to the control, but no significant difference was observed between the consumed humic acids. The highest amount of available phosphorus (78/30%) in soil, calcium (54/90%) and magnesium (56.05%) was obtained from liquid ShimiGol and Humax. With increasing the amount of humic

© 2021 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

acid, electrical conductivity (13.71%) decreased but organic carbon (82.88%), nitrogen (55%), phosphorus (75.93%), potassium (23.97%), calcium (46.35%) and magnesium (58.82%) showed a significant increase and the highest amount of these properties was obtained in the highest amount of humic acid consumption. The interaction of humic acid type and its amount on the amount of organic carbon, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in the soil was significant and the highest amount of calcium (57.03%) was obtained from the application of 60 liters per hectare of Humax. The highest leaf nitrogen concentrations were obtained from the application of liquid Humax (MAX:42.23%), liquid of Shimi Gol, solid Ferti Plus and ordinary solid ShimiGol, respectively. The highest concentrations of phosphorus (17.65%) and magnesium (16.96%) were obtained from Humax and the highest concentrations of calcium were obtained from three solid humic acids, Ferti Plus, liquid of ShimiGol and liquid of Humax with a significant difference with ordinary solid. The type of humic acid consumed was not significant on any of the yield components (weight of 100 grains (21.69%), ounces (27.45%) and emptiness percent (25.38%)). The amount of humic acid consumed was significant on all measured characteristics. So that the best yield components and the highest element concentration were obtained from the highest amount of humic acid consumption.

Humic acid has direct and indirect effects on plants. Indirect effect is usually in the form of changes in environmental conditions such as modification of soil physical condition, enzymatic and hormonal effects and soil pH, improvement of soil structure, aeration, drainage, water holding capacity, soil temperature and direct effects includes increasing biomass and microbial population, antiviral activity and growth modulation, increasing plant resistance to salinity and drought stress. Humic acid increases nutrient uptake, increases germination and root growth, and improves yield quantitatively and qualitatively. Humic substances also dissolve calcium carbonate in the soil and replace calcium with sodium by activating sulfur oxidizing bacteria, as well as reduction of soil pH to improve nutrient uptake. Humic acid can directly release various elements from minerals, absorb them and deliver them to the roots at the right time. Because humic acid is a valuable source of macro and micro nutrients, it provides a good nutritional balance for the plant and leads to greater absorption of nutrients and specific functional responses in the plant.

Conclusion: Application of humic acids in liquid or solid form, domestically or externally produced, can increase the supply of nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, magnesium, as well as the content of organic carbon in the soil and reduce pH, increase the concentration of elements in leaves and improve yield components. Of course, it should be noted that among the internal humic acids, the solid Ferty Plus, Shimi Gol were as well as Humax liquid. Relying on internal knowledge can prevent unnecessary outflow of currency.

Keywords: Emptiness, mahVelat, ounce, pistachio, weight of 100 grain

مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۴۴ شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

مقایسه پیامد کاربرد انواع هیومیک اسید بر غلظت عناصر غذایی پرمصرف در خاک و برگ و اجزای عملکرد درختان پسته در شرایط مزرعه

ثمانه آریابد[۱]، اعظم رضوی نسب[۲]* و فرهاد نداف فیض آبادی[۳]

۱- کارشناس جهاد کشاورزی شهرستان فریمان، ایران
۲- عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور استان یزد، ایران
۳- رییس هیات مدیره شرکت شیمی گل فیض خراسان، ایران

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۱

پذیرش نهایی: **۱۴۰۰/۰۹/۲۹**

کلمات کلیدی:

اونس،

پسته،

پوکی،

وزن صد دانه،

مه ولات

* عهده دار مکاتبات

Email: azamrazavinasab@yahoo.com

چکیده

به منظورکاربرد انواع هیومیک اسید بر غلظت عناصر و اجزای عملکرد پسته، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های خرد شده کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد که کرت اصلی شامل چهار نوع هیومیک اسید (جامد معمولی، جامد فرتی پلاس، مایع ایرانی (هر سه از شرکت شیمی گل فیض) و مایع آمریکایی (هیومکس[1])) و کرت فرعی شامل سطوح مختلف کاربرد (صفر، سطح اول برای کودهای جامد ۶۰۰ کیلو و کودهای مایع ۴۰ لیتر در هکتار و سطح دوم برای کودهای جامد ۸۰۰ کیلو و کودهای مایع ۶۰ لیتر در هکتار) و درمجموع ۳۶ درخت ده ساله پسته رقم بادامی در شهرستان مه ولات استان خراسان رضوی انجام شد. نتایج نشان داد بیشترین کربن آلی (۷۱/۴۲٪)، غلظت نیتروژن (۷۲/۲۲٪) و پتاسیم قابل دسترس خاک (۴۳/۰۱٪) در اثر کاربرد هیومکس بدون اختلاف معنی‌دار با مایع شیمی گل و جامد فرتی پلاس حاصل شد. بیشترین غلظت فسفر قابل دسترس خاک (۷۸/۳۰٪)، کلسیم (۵۴/۹۰٪) و منیزیم (۵۶/۰۵٪) خاک از هیومکس بدون اختلاف معنی‌دار با مایع شیمی گل به‌دست آمد. بیشترین غلظت نیتروژن (۴۲/۲۳٪)، فسفر(۱۷/۶۴٪) و منیزیم (۹/۶۴٪) برگ از کاربرد هیومکس و بیشترین غلظت کلسیم از سه نوع هیومیک اسید ذکر شده غیر از جامد معمولی به‌دست آمد. بیشترین میزان صد دانه (۲۱/۶۹٪)، کمترین اونس (۲۷/۴۵٪) و پوکی (۲۵/۳۸٪) نیز از بیشترین مقدار مصرفی هیومیک اسید نسبت به شاهد حاصل شد. طبق نتایج به‌دست آمده اسیدهای هیومیک داخلی (غیر از جامد معمولی) به خوبی هیومکس بوده و با تکیه بر دانش داخلی می‌توان از خروج بی مورد ارز جلوگیری نمود.

1- HUMAX

مقدمه

پسته[1] گیاهی نیمه گرمسیری از خانواده آناکاردیاسه[2] بوده و ایران یکی از مهم‌ترین صادرکنندگان پسته است، به‌طوری‌که سطح زیرکشت باغ‌های پسته ایران بیش از ۳۱۶۰۰۰ هکتار (۵۲/۲٪ از کل باغ‌های میوه‌های خشک کشور) با تولید سالانه حدود ۲۴۰ هزار تن پسته خشک (معادل ۳۸/۴٪ میوه‌های خشک تولید شده) است که از این مقدار، ۱۳٪ آن متعلق به استان خراسان رضوی بوده که ۶/۷ درصد آن متعلق به شهرستان مه ولات می‌باشد (۶). با این حال شور- سدیمی و آهکی بودن خاک‌های زیر کشت پسته، مقدار بسیار کم ماده آلی و عدم وجود تعادل در عناصر غذایی موجود در این‌گونه خاک‌ها، مدیریت ضعیف برخی باغ‌ها و مشکلات فیزیولوژیک از قبیل ریزش جوانه‌های گل، پوکی، ناخندانی، ترک خردگی و بد شکلی (۲۴ و ۱۹) باعث شده عملکرد این محصول استراتژیک بسیار کمتر از حد مورد قبول باشد (۲۵).

ارزش تولید این محصول گران‌بها و بی‌نظیر حدود ۱۴ درصد از درآمدهای غیر نفتی کشور است. 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 (۴). استفاده از کودهای آلی در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش حمایت و فعالیت ریزجانداران مفید خاک در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول، موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه نیز می‌گردد (۲۹). در مناطق پسته‌کاری به علت محدودیت‌های خاک از قبیل شوری و سدیمی بودن خاک، عدم وجود ساختمان مناسب در اغلب مناطق، بافت رسی و سنگین خاک در اغلب موارد و طولانی بودن دور آبیاری، استفاده از مواد کمکی مانند هیومیک اسید می‌تواند در اصلاح و بهبود وضعیت خاک و افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش رشد و عملکرد و تولید پایدار، بسیار کمک کننده باشد. هیومیک اسید درشت مولکول پیچیده آلی از باقیمانده گیاهان و حیوانات بوده و با فرایندهای شیمیایی و باکتریایی در خاک تشکیل می‌شود (۴۴). مواد هیومیکی حاوی تعداد زیادی از گروه‌های عاملی و کربن فعال می‌باشد (۴۳). این مواد با گیاه سازگار بوده و هیچ گونه سمیتی برای گیاه ایجاد نمی‌نماید و به‌عنوان مکمل عالی کودی و بهبود دهنده جذب مواد غذایی استفاده می‌شود. مواد هیومیکی کلات‌کننده عناصر غذایی مختلف مانند پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی عمل نموده و (۴۴ و ۱) در نتیجه افزایش قابلیت دسترسی زیستی آنها و افزایش رشد گیاه و به دنبال آن افزایش سیستم ریشه و ترشحات آن را به دنبال دارد. هومیک اسید به‌طور معنی‌داری تبخیر را کاهش داده و به‌ویژه در خاک‌های خشک، با درصد رس کم، موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود. کاربرد آن در خاک موجب کاهش ۲۵ تا۵۰ درصدی مصرف آب شده که از لحاظ اقتصادی به‌ویژه در مناطق خشک بسیار قابل توجه است. در بسیاری از مواقع از هومیک اسید به‌عنوان بهبود دهنده رشد استفاده می‌شود زیرا مواد هومیکی به ابقا و نگه داشتن عناصر غذایی حاصل از مواد آلی و یا کودهای شیمیایی کمک می‌کنند (۸). آثار عدم تعادل تغذیه‌ایی علاوه بر کاهش عملکرد کمی و کیفی پسته بصورت علامت‌های مختلفی مانند سوختگی و زردی حاشیه برگ‌ها، ریز برگی یا قرمز شدن برگ‌ها و لکه پوست استخوانی مشهود است که روز بروز این مشکلات ابعاد جدیدتری به خود می‌گیرد (۱۱). همچنین مطالعات والدریگی و همکاران[3] (۴۶) نشان داد هیومیک اسید باعث افزایش جذب مواد معدنی توسط گیاه از طریق افزایش نفوذ پذیری غشاء ریشه می‌شود. هیومیک اسید یک اصلاح کننده آلی می باشد و می‌تواند به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی در اصلاح ویژگی‌های خاک، افزایش کارایی مصرف این کودها و کاهش مصرف آنها موثر باشد (۲۶ و ۳۵). اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است.

1- *Pistacia vera* L.
2- Anacardiacae
3- Valdrighi *et al.*

مقادیر بسیار کمی از اسیدهای آلی اثرات قابل توجه‌ای در بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد (۵).

اگرچه مطالعات در مورد تأثیر مواد هومیکی بر روی گیاهان مختلف انجام شده است، در مورد اثر این مواد بر کشت پسته نیز تحقیقاتی صورت گرفته است (۳، ۲۶، ۳۲، ۳۵ و ۳۹)، ولی با توجه به اهمیت کشت پسته به لحاظ تولید استراتژیک و همچنین گسترش و توسعه سطح کشت آن در ایران و وجود مشکلات ناشی از عدم تعادل تغذیه‌ایی در پسته و از طرف دیگر تنوع زیاد مواد هیومیکی در بازار نهاده‌های کشاورزی و نیاز به بررسی اثرات و تفاوت آنها در عملکرد و ویژگی‌های کمی و کیفی پسته نیاز به تحقیقات بیشتر وجود دارد. لذا این تحقیق با هدف بررسی تاثیر کاربرد انواع هیومیک اسید(خارجی و داخلی) بر غلظت عناصر پرمصرف در خاک و برگ درختان پسته و برخی اجزای عملکردی در شرایط مزرعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در یک باغ شخصی پسته واقع در چاه دهنو در روستای شمس آباد، در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان مه ولات واقع در استان خراسان رضوی انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های خرد شده کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد که کرت اصلی شامل چهار نوع هیومیک اسید (هیومیک اسید جامد معمولی، هیومیک اسید جامد فرتی پلاس، هیومیک اسید مایع ایرانی (هر سه از محصولات شرکت شیمی گل فیض خراسان) و هیومیک اسید مایع آمریکایی (هیومکس) و کرت فرعی شامل سطوح مختلف کاربرد (صفر، سطح اول برای کودهای جامد ۶۰۰ کیلو و کودهای مایع ۴۰ لیتر در هکتار و سطح دوم برای کودهای جامد ۸۰۰ کیلو و کودهای مایع ۶۰ لیتر در هکتار) بود. قطعه مورد مطالعه قطعه‌ای به مساحت ۷۵۶ متر مربع که در آن درختان پسته ده ساله رقم بادامی در ۳ ردیف ۱۲ تایی با فاصله روی ردیف ۴ متر و بین ردیف ۶ متر قرار داشتند (در مجموع ۳۶ درخت)، انجام شد. قبل از شروع کار از خاک مزرعه نمونه برداری صورت گرفت و ویژگی‌های مورد نظر اندازه‌گیری شد (جدول ۱). کودهای جامد هیومیک اسید در دو نوع معمولی و فرتی پلاس از شرکت شیمی گل فیض خراسان و کودهای مایع هیومیک اسید از دو منبع، یکی کود هیومیک اسید مایع شرکت شیمی گل فیض خراسان و دیگری کود هیومیک اسید مایع هیومکس آمریکایی طبق تیمار و نقشه طرح با توجه به دستور مقدار مصرف محاسبه شده و با ۳۰ سانتیمتری خاک رویی اطراف گودال کشت (خاک کرت)، مخلوط شد. طبق توصیه موجود در دستور العمل کودها، کود جامد در یک نوبت (اسفند ماه ۹۵) و کود مایع در دو نوبت (اسفند ماه ۹۵ و اردیبهشت ماه ۹۶) به خاک داده شد. مشخصات هیومیک اسیدهای مورد استفاده در جدول ۲ آمده است. آبیاری به صورت قطره‌ای (بابلر) بوده و مطالعات برای یک سال در نظر گرفته شد. در اوایل مرداد ماه ۹۶ با نمونه برداری تصادفی از برگ‌های هر درخت غلظت عناصر غذایی پرمصرف نیتروژن به روش کجلدال، فسفر به روش اولسن با دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم به روش شعله سنجی با دستگاه فلیم فتومتر، کلسیم و منیزیم با دستگاه جذب اتمی (۲۲)، در برگ گیاه و همچنین با نمونه برداری از خاک پای هر درخت برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک از جمله pH خاک به کمک pH متر، شوری خاک به وسیله دستگاه EC متر، مقدار کربن آلی بروش والکلی بلک، غلظت نیتروژن قابل دسترس به‌روش کجلدال و غلظت فسفر قابل استفاده در خاک به روش زرد وانادات به کمک رنگ سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم به روش شعله سنجی با دستگاه فلیم فتومتر و کلسیم و منیزیم بروش کمپلکسومتری در عصاره محلول خاک (۴۰) اندازه‌گیری شد. در مهرماه ۹۶ اجزای عملکرد (وزن صد دانه، اونس و پوکی) هر درخت به صورت وزنی اندازه‌گیری شد. بدین صورت که برای وزن صد دانه، تعداد ۱۰۰ عدد پسته به صورت تصادفی از محصول هر درخت انتخاب و با ترازو وزن گردید. برای محاسبه اونس، از یک ترازوی شاهین دار (برای به حداقل رساندن خطا) استفاده شد. در یک کفه ترازو وزنه ۲۸/۳ گرم (معادل یک اونس) را قرار داده و در کفه دیگر

دانه‌های پسته را ریخته تا به وزن ۲۸/۳ برسد. تعداد دانه‌ها برابر با اونس پسته است. (۳۶). هرچه پسته دانه درشت‌تر باشد اونس کمتری دارد. برای محاسبه پوکی ۲۵۰ گرم پسته از هر درخت بصورت تصادفی برداشت و تعداد دانه‌های پوک آن شمارش و بر حسب درصد محاسبه گردید (۱۸). نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی با یکدیگر با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام و سپس نمودارها توسط برنامه اکسل رسم و نتایج تفسیر شد.

نتایج و بحث

اثر نوع هیومیک اسید بر ویژگی‌های خاک

طبق نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس ویژگی‌های شیمیایی و عناصر پرمصرف خاک (جدول ۳)، نوع هیومیک اسید مصرفی اثر معنی‌داری بر میزان کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم خاک داشت. کاربرد همه انواع هیومیک اسید (بیشترین مقدار متعلق به هیومکس بدون اختلاف معنی‌دار با بقیه) باعث افزایش میزان کربن آلی (۷۱/۴۲٪)، نیتروژن قابل دسترس (۷۲/۲۲٪) و پتاسیم قابل دسترس خاک (۴۳/۰۱٪) گردید. بیشترین میزان فسفر قابل دسترس خاک (۷۸/۳٪)، کلسیم (۵۴/۹٪) و منیزیم (۵۶/۰۵٪) محلول خاک از کودهای مایع شیمی گل و هیومکس حاصل شد (جدول ۴).

اثر مقدار هیومیک اسید بر ویژگی‌های خاک

اثر مقدار هیومیک اسیدمصرفی بر کلیه ویژگی‌های خاک نیز معنی‌دار بود. با افزایش مقدار هیومیک اسید هدایت الکتریکی (۱۳/۷۱٪) و pH خاک (۱/۱۶٪) کاهش و کربن آلی خاک (۸۲/۸۸٪)، نیتروژن قابل دسترس (۵۵٪) ، فسفر قابل دسترس (۷۵/۹۳٪)، پتاسیم قابل دسترس (۲۳/۹۷٪)، کلسیم (۴۶/۳۵٪) و منیزیم (۵۸/۸۲٪) محلول خاک افزایش معنی‌دار نشان داد و بیشترین مقدار این ویژگی‌ها در بالاترین مقدار مصرفی هیومیک اسید به دست آمد (جدول ۵).

جدول (۱) برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table (1) Some soil physical and chemical properties

ویژگی Property	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	pH خاک	کربنات کلسیم معادل C.C.E%	درصد رس Clay%	درصد شن Sand%	درصدسیلت %Silt	بافت خاک Texture	درصد کربن آلی %OC
مقدار Value	7	7.7	21.3	10	49	41	Loam	0.28

عنصرغذایی Element	نیتروژن N%	فسفر P ($mgkg^{-1}$)	پتاسیم K ($mgkg^{-1}$)	کلسیم Ca (meL^{-1})	منیزیم Mg (meL^{-1})
غلظت Concentration	0.05	8.11	106	8.42	7.04

جدول(۲) ویژگی‌های هیومیک اسیدهای مورد استفاده

Table (2) Properties of humic acids

نوع هیومیک اسید	هیومیک اسید٪ Humic acid%	فولویک اسید ٪ Fulvic acid%	اکسید پتاسیم٪ K_2O%	آهن٪ Fe%	نیتروژن٪ N%
جامد معمولی شیمی گل Ordinary solid of Shimi Gol	8	3	1	-	-
جامد فرتی پلاس شیمی گل Ferti Plus solid of Shimi Gol	8	3	1	0.3	-
مایع شیمی گل Liquid of Shimi Gol	7	-	2	-	1
مایع هیومکس آمریکایی Liquid of HUMAX	12	3	3	-	-

جدول(۳) تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های شیمیایی و عناصر پرمصرف خاک

Table (3) Analysis of variance of some chemical properties and macro nutrients of soil

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	هدایت الکتریکی EC	pH خاک	کربن آلی OC	نیتروژن قابل دسترس N	فسفرقابل دسترس P	پتاسیم قابل دسترس K	کلسیم محلول Ca	منیزیم محلول Mg
	میانگین مربعات Mean squares								
تکرارrepeation	2	3.032^{ns}	0.033^{ns}	0.139^{ns}	0.0001^{ns}	0.347^{ns}	16.028^{ns}	1.083^{ns}	0.757^{ns}
نوع هیومیک اسید humic acid type	3	0.309^{ns}	0.0001^{ns}	0.707^{*}	0.016^{*}	1282^{**}	944^{*}	49.192^{*}	37.690^{*}
خطای اصلیerror	6	0.760	0.002	0.066	0.001	7.268	127	1.602	1.704
مقدار هیومیک اسید humic acid amount	2	2.843^{**}	0.020^{**}	3.102^{**}	0.033^{*}	3076^{**}	6780^{**}	277^{**}	399^{**}
نوع *	6	0.233^{ns}	0.0001^{ns}	0.133^{*}	0.0001^{ns}	275^{*}	175^{*}	8.942^{*}	9.407^{*}
مقدارamount*type									
خطای فرعیerror	16	0.132	0.0001	0.041	0.0001	4.753	43.14	0.899	0.338
ضریب تغییراتCV	-	6.11	0.29	21.72	14.02	8.05	3.77	5.88	4.19

ns و * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪

جدول(٤) اثر نوع هیومیک اسید بر ویژگی‌های خاک

Table (4) Effect of humic acid type on soil properties

نوع اسید هیومیک Type of humic acid	کربن آلی OC%	نیتروژن قابل دسترس N%	فسفر قابل دسترس P($mgkg^{-1}$)	پتاسیم قابل دسترس K($mgkg^{-1}$)	کلسیم محلول Ca(meL^{-1})	منیزیم محلول Mg(meL^{-1})
جامد معمولی شیمی گل Ordinary solid of Shimi Gol	0.52^{b}	0.08^{b}	11.04^{c}	161^{b}	13.28^{c}	11.50^{b}
جامد فرتی پلاس شیمی گل Ferti plus solid of ShimiGol	1.07^{a}	0.17^{a}	25.07^{b}	173^{ab}	15.33^{b}	b12.94^{b}
مایع شیمی گل Liquid of ShimiGol	1.15^{a}	0.16^{a}	34.87^{a}	176^{a}	17.22^{a}	15.08^{a}
مایع هیومک‌س Liquid of Humax	0.98^{a}	0.18^{a}	37.37^{a}	186^{a}	18.67^{a}	16.02^{a}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

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

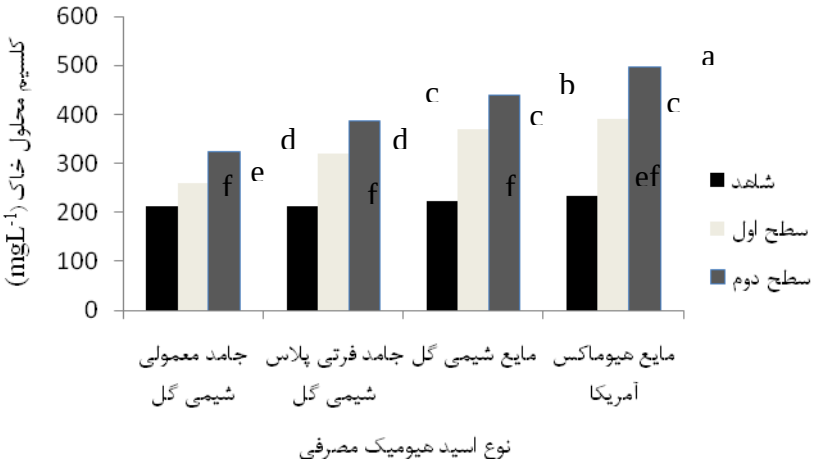
جدول(۵) اثر مقدار هیومیک اسید مصرفی بر ویژگی‌های خاک

Table (5) Effect of humic acid amount on soil properties

مقدار اسید هیومیک	هدایت الکتریکی	pH خاک	کربن آلی OC	نیتروژن قابل دسترس N	فسفر قابل دسترس P	پتاسیم قابل دسترس K	کلسیم محلول Ca	منیزیم محلول Mg
	$EC(dSm^{-1})$		%		$(mgkg^{-1})$		(meL^{-1})	
صفر (شاهد) Zero (blank)	7.44^{a}	7.77^{a}	0.25^{c}	0.09^{c}	10.07^{c}	149^{c}	11.04^{c}	8.08^{c}
سطح اول First level (600kg & 40 L) (۶۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۴۰ لیتر برای کودهای مایع)	5.95^{c}	7.72^{b}	0.88^{b}	0.15^{b}	29.34^{b}	177^{b}	16.75^{b}	13.96^{b}
سطح دوم Second level (800kg & 60L) (۸۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۶۰ لیتر برای کودهای مایع)	6.42^{b}	7.68^{c}	1.46^{a}	0.20^{a}	41.85^{a}	196^{a}	20.58^{a}	19.62^{a}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

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



شکل(۱) اثر متقابل نوع هیومیک اسید و مقدار مورد استفاده بر غلظت کلسیم محلول خاک

Figure (1) Interaction effect of type and amount of humic acid on soil Cass

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

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

اثر متقابل نوع هیومیک اسید و مقدار مورد استفاده بر ویژگی‌های خاک

اثر متقابل نوع هیومیک اسید و مقدار آن بر میزان کربن آلی، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم خاک معنی‌دار بود و تنها در مورد کلسیم خاک بود که بیشترین میزان کلسیم از کاربرد ۶۰ لیتر در هکتار هیومکس (۵۷/۰۳٪ نسبت به شاهد)حاصل شد (شکل ۱).

از آنجا که هیومیک اسید منبعی با ارزش از عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف است، تعادل تغذیه‌ای مناسبی را برای گیاه فراهم می‌کند و به جذب بیشتر عناصر غذایی و پاسخ‌های عملکردی مشخص در گیاه منجر می‌شوند. (۳۹)

در پژوهش جوانشاه و امینیان نسب (۲۷) در بررسی اثر غلظت‌های مختلف هیومیک اسید (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ گرم در کیلوگرم خاک) و یک ماده تجاری ضد نمک از ترکیب هیومیک اسید و کلسیم (صفر، ۱، ۲ و ۳ گرم در کیلوگرم خاک) مشخص گردید که بین تیمارهای مصرفی اختلاف معنی‌داری در تغییر pH خاک مشاهده نشد اما در پژوهش پیشرو کاهش pH را با افزایش مقدار هیومیک اسید مشاهده گردید. مواد هیومیکی با بهبود شرایط فیزیکی خاک و افزایش میزان آب قابل استفاده و جمعیت میکروبی و فعال کردن باکتری‌های اکسید کننده گوگرد باعث انحلال کربنات کلسیم موجود در خاک و جایگزینی کلسیم به جای سدیم و همچنین کاهش موضعی pH خاک منجر به بهبود جذب عناصر غذایی (۴۸) می‌شوند. استفاده از مواد اصلاحی چون انواع هیومیک اسید که اغلب حاوی هیومیک اسید و پتاسیم است، در بهبود شرایط خاک‌های تحت تنش شوری یا شور–سدیمی با افزایش فراهمی عناصری چون پتاسیم و فسفر موفقیت آمیز بوده است (۴۸).

همان‌گونه که در نتایج این پژوهش نیز مشاهده شد،کاربرد هیومیک اسید مواد آلی خاک را افزایش داده که پیامد آن افزایش فعالیت ریزجانداران خاک، بهبود نگه‌داشت مواد غذایی و دسترسی به حجم وسیع تری از خاک می‌باشد (۷).

کاربرد اسید هیومیک باعث بهبود پایداری توده خاک، بهبود هوادهی‌خاک، تسهیل کردن نفوذ ریشه در خاک، دسترسی آب بیشتر برای گیاهان که به‌طور غیرمستقیم در افزایش بهره‌وری عناصر غذایی خاک تأثیر می‌گذارند (۱۳).

واگان و همکاران[1] (۴۷) مشاهده نمودند که میزان جذب فسفر، ۲۵ درصد نسبت به عدم حضور هیومیک اسید افزایش یافت. بوهمه و همکاران[2] (۱۲) بیان کردند که هیومیک اسید در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای باعث افزایش ریشه‌های جانبی و سهولت جذب عناصر پر مصرف و کم مصرف می‌شود. هیومیک اسید جذب سطحی فسفر را کاهش و فراهمی فسفر را در خاک افزایش می‌دهد اگر چه مقدار این اثر در خاک‌های آهکی که حاوی کلسیم و منیزیم هستند متفاوت است (۳۰). هیومیک اسید موثرترین ترکیب در انسداد مکان-های جذب فسفر در سطح هیدروکسیدها آلومینیم است (۲۱). هیومیک اسید می‌تواند مستقیماً عناصر مختلف را از مواد معدنی آزاد کرده، به خود جذب نموده و در زمان مناسب در اختیار ریشه قرار دهد. ثانیاً هیومیک اسید خوراک و محرک رشد ریزجانداران مفید خاک است که با روش‌های گوناگون به آزاد سازی عناصر در خاک کمک می‌کنند (۳۱).

همچنین از دیگر دلایل افزایش جذب بیشتر عناصر غذایی در تیمارهای هومیک اسید می‌توان به اثرات مثبت هیومیک اسید در بهبود فعالیت جمعیت میکروبی خاک، بهبود ظرفیت تبادل کاتیونی و همچنین بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک اشاره کرد (۱۴).

رشیدی (۳۷) نشان داد بیشتر بودن جذب پتاسیم در تیمارهای هیومیک اسید را می‌توان به رشد و گستردگی بیشتر ریشه در این تیمارها و افزایش جذب پتاسیم نسبت داد. مطالعات نشان داده هیومیک اسیدبه دلیل ویژگی کلات کنندگی می‌تواند در افزایش فراهمی عناصر غذایی در خاک موثر باشد (۳۴ و ۳۳)

که در این پژوهش مشاهده شد با مصرف انواع هیومیک اسید شاهد افزایش محتوی درصد کربن آلی خاک، نیتروژن و پتاسیم خاک بوده و بیشترین مقدار کلسیم و

1 - Vaughan *et al.*
2 - Boehme *et al.*

فسفر خاک نیز از هیومیک اسید مایع هیومکس و مایع شیمی گل فیض خراسان به دست آمد.

اثر نوع هیومیک اسید بر عناصر برگ و اجزای عملکرد

طبق نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس شاخص‌های عملکرد و عناصر پر مصرف در برگ پسته (جدول ۶)، نوع هیومیک اسید مصرفی بر غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در برگ (نیتروژن، فسفر، کلسیم و منیزیم) اثر معنی‌دار داشت. بدین صورت که بیشترین غلظت نیتروژن برگ به ترتیب از کاربرد هیومکس (۴۲/۲۳٪ نسبت به جامد معمولی) به دست آمد.

بیشترین غلظت فسفر بطور معنی‌دار به کاربرد هیومکس (۱۷/۶۵٪ نسبت به جامد معمولی) تعلق گرفت و بین بقیه هیومیک اسیدها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مورد غلظت کلسیم بیشترین رتبه به سه هیومیک اسید جامد فرتی پلاس (۱۱/۴۳٪)، مایع شیمی گل (۱۶/۲۲٪) و مایع هیومکس (۱۶/۹۶٪) با اختلاف معنی‌دار با جامد معمولی رسید. بیشترین غلظت منیزیم برگ نیز از کاربرد هیومکس (۹/۶۴٪ نسبت به جامد معمولی) حاصل شد. البته کاربرد مایع شیمی گل و جامد فرتی پلاس نیز باعث افزایش غلظت معنی‌دار منیزیم نسبت به جامد معمولی شد ولی این افزایش به اندازه اثر هیومکس نبود (جدول ۷). لازم به ذکر است که نوع هیومیک اسید مصرفی بر هیچکدام از اجزای عملکرد (وزن صد دانه، اونس و پوکی) معنی‌دار نبود (جدول ۶).

اثر مقدار هیومیک اسید بر اجزای عملکرد و عناصر برگ

مقدار هیومیک اسید مصرفی بر همه ویژگی‌های اندازه‌گیری شده (هم اجزای عملکرد و هم عناصر) معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بیشترین میزان صد دانه (۲۱/۶۹٪)، کمترین اونس (۲۱/۵۴٪) (پسته‌های درشت دانه‌تر) و کمترین درصد پوکی (۲۰/۲۴٪) نیز از بیشترین مقدار مصرفی هیومیک اسید حاصل شد و همچنین در همه غلظت‌های اندازه‌گیری شده، بیشترین غلظت عنصر (نیتروژن: ۴۲/۸۵٪، فسفر: ۴۷/۳۷٪، پتاسیم: ۴۴/۶۰٪، کلسیم: ۳۴/۳۹٪ و منیزیم: ۱۶/۲۸٪) به بیشترین مقدار هیومیک اسید استفاده شده تعلق گرفت (جدول ۸).

اثر متقابل نوع هیومیک اسید و مقدار مورد استفاده بر اجزای عملکرد و عناصر برگ

اثر متقابل نوع هیومیک اسید و مقدار آن تنها بر غلظت نیتروژن برگ اثر معنی‌دار داشت و مقدار اول (۵۵/۵۳٪) و دوم (۵۶/۷۱٪) هیومکس و مقدار دوم (۵۶/۱۳٪) مایع شیمی گل حائز بالاترین درصد نیتروژن برگ شدند در حالیکه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند (شکل ۲). اثر متقابل نوع هیومیک اسید و مقدار استفاده بر اجزای عملکرد معنی‌دار نبود (جدول ۶).

مواد هیومیکی با اصلاح ساختار خاک، جذب عناصرغذایی توسط گیاه را بهبود می‌بخشند. هیومیک اسید دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم در گیاهان می‌باشد. اثر غیرمستقیم آن عموماً به شکل تغییر در شرایط محیطی نظیر بهبود ساختمان خاک، هوادهی، زهکشی، ظرفیت نگهداری آب، دمای خاک و اثرات مستقیم آن شامل افزایش زیست توده، جذب عناصرغذایی، فعالیت ضدویروسی و غیره درگیاه می‌باشد (۱۰). هیومیک اسید شامل بسیاری از عناصر غذایی می‌باشد که حاصلخیزی خاک و محتوایی مواد آلی خاک را افزایش و در نتیجه رشد و عملکرد گیاهی را تحت تأثیر مثبت قرار می‌دهد (۲۳). براساس نظر تی لوا و بومه[1] (۴۵) هیومیک اسید دارای فعالیت شبه هورمونی است و جذب عناصر معدنی همانند فسفر و پتاسیم را در گیاهان افزایش می‌دهد. در پژوهش رضوی نسب و همکاران[2] (۳۹) با کاربرد هیومکس و کمپوست زباله شهری غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در برگ درختان پسته افزایش یافت.

1- Thi Lua and Bome
2- Razavi Nasab *et al.*

جدول(٦) تجزیه واریانس برخی از شاخص‌های عملکرد و عناصر پرمصرف در برگ پسته

Table (6) Analysis of variance of some yield indicators and macro nutrients of pistachio leaf

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن صد دانه Weight of 100 grains	اونس Ounce	پوکی Emptiness percent	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	کلسیم Ca	منیزیم Mg
		میانگین مربعات Mean squares							
تکرار repetition	2	14.250^{ns}	1.503^{ns}	4.639^{ns}	0.0001^{ns}	0.002^{ns}	0.012^{ns}	0.025^{ns}	0.0001^{ns}
نوع هیومیک اسید acid humic type	3	12.769^{ns}	6.421^{ns}	4.170^{ns}	0.903*	0.012*	0.094^{ns}	0.281*	0.001*
خطای اصلی error	6	56.102	30.678	24.818	0.004	0.001	0.039	0.015	0.0001
مقدار هیومیک اسید amount of humic acid	2	795**	351**	952**	1.411**	0.229**	1.254**	2.277**	0.060*
نوع *مقدار Type*amount	6	3.102^{ns}	1.466^{ns}	3.964^{ns}	0.241*	0.003^{ns}	0.021^{ns}	0.024^{ns}	0.001^{ns}
خطای فرعی error	16	2.514	7.716	2.248	0.002	0.001	0.016	0.017	0.0001
ضریب تغییرات CV	-	2.36	6.14	3.84	3.88	8.13	11.29	6.11	2.24

ns و * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪

جدول(۷) اثر نوع هیومیک اسید بر عناصر پرمصرف در برگ پسته

Table (7) Effect of humic acid type on macro nutrient of pistachio leaf

نوع هیومیک اسید Humic acid type	نیتروژن N%	فسفر P%	کلسیم Ca%	منیزیم Mg%
جامد معمولی شیمی گل Ordinary solid of Shimi Gol	0.93^{d}	0.42^{b}	1.86^{b}	0.75^{c}
جامد فرتی پلاس شیمی گل Ferti plus solid of ShimiGol	1.07^{c}	0.45^{b}	2.10^{a}	0.80^{b}
مایع شیمی گل Liquid of ShimiGol	1.44^{b}	0.45^{b}	2.22^{a}	0.81^{b}
مایع هیومکس Liquid of HUMAX	1.61^{a}	0.51^{a}	2.24^{a}	0.83^{a}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

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

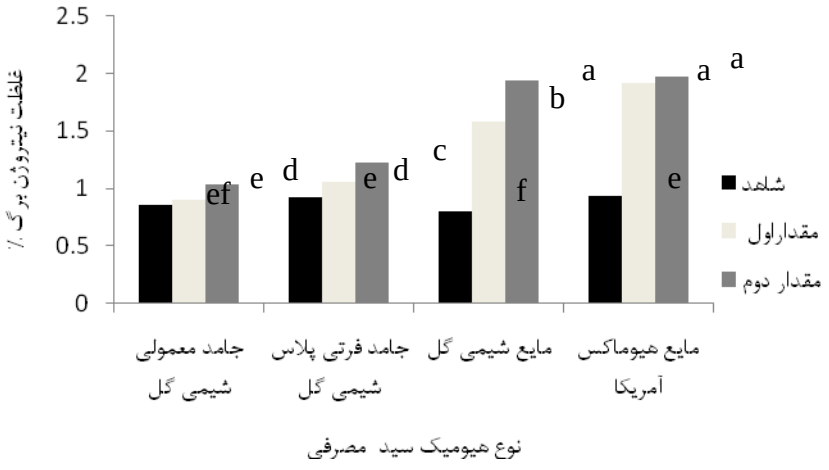
جدول(۸) اثر مقدار هیومیک اسید مصرفی بر شاخص‌های عملکرد و عناصر پرمصرف در برگ پسته

Table (8) Effect of amount of humic acid on yield indicator and macro nutrient in pistachio leaf

مقدار اسید هیومیک Amount of humic acid	وزن صد دانه weight of 100 grain	اونس ounce	پوکی Emptiness%	نیتروژن N%	فسفر P%	پتاسیم K%	کلسیم Ca%	منیزیم Mg%
صفر (شاهد) Zero (blank)	58.67^{c}	50.14^{a}	87.35^{c}	0.88^{c}	0.30^{c}	0.77^{c}	1.66^{c}	0.72^{c}
سطح اول (۶۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۴۰ لیتر برای کودهای مایع) First level (600kg & 40 L)	67.67^{b}	45.37^{b}	80.42^{b}	1.36^{b}	0.50^{b}	1.20^{b}	2.13^{b}	0.81^{b}
سطح دوم (۸۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۶۰ لیتر برای کودهای مایع) Second level (800kg & 60 L)	74.92^{a}	39.34^{c}	69.67^{a}	1.54^{a}	0.57^{a}	1.39^{a}	2.53^{a}	0.86^{a}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

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



شکل(۲) اثر متقابل نوع هیومیک اسید و مقدار مورد استفاده بر غلظت نیتروژن برگ

Figure (2) Interaction effect of humic acid type and amount on leaf nitrogen

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

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

هیومیک اسید با افزایش جمعیت موجودات زنده خاک، اصلاح وضعیت فیزیکی اثرات آنزیمی و هورمونی و pH خاک، تعدیل رشد گیاه، افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری و خشکی، باعث افزایش قدرت جذب مواد غذایی، افزایش جوانه زنی و رشد ریشه و بهبود محصول از لحاظ کمی و کیفی می‌گردد (۱۵).

در پژوهش جوانشاه و امینیان نسب (۲۷) در بررسی اثر غلظت‌های مختلف هیومیک اسید (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ گرم در کیلوگرم خاک) و یک ماده تجاری ضد نمک از ترکیب هیومیک اسید و کلسیم (صفر، ۱، ۲ و ۳ گرم در کیلوگرم خاک) در نهال‌های پسته تحت تنش شوری مشخص گردید که بین تیمارهای مصرفی اختلاف معنی‌داری در جذب کلسیم و منیزیم توسط گیاه وجود ندارد.

رشیدی (۳۷) نشان داد کاربرد هیومیک اسید سبب افزایش معنی‌دار غلظت فسفر و پتاسیم جذب شده توسط ریشه و اندام هوایی شد. نتایج این تحقیق نشان داد با وجود بیشتر بودن وزن خشک ریشه و اندام هوایی در تیمارهای هیومیک اسید و به وجود آمدن اثر رقت در آنها اما غلظت فسفر در ریشه و اندام هوایی در این تیمارها بیشتر از تیمار شاهد بود و این نشان دهنده اثر چشم‌گیر هیومیک اسید در افزایش جذب فسفر توسط دانهال‌های پسته بود.

نتایج رضوی نسب و همکاران[1] (۳۸) نشان داد در هر دو سال استفاده از هیومکس در مزرعه پسته به علت اثرات مطلوب آن بر فراهمی فسفر (از طریق کلات کردن فسفر و کاهش موضعی pH)، با مصرف خاکی هیومکس میزان فسفر برگ به ترتیب ۳۳/۳ و ۱۶/۱ درصد افزایش نشان داد.

به‌نظر می‌رسد هیومیک اسید با اسیدی کردن خاک سبب تسهیل انحلال پتاسیم شده و میزان دسترسی به عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (۲۰، ۹) و علت افزایش غلظت پتاسیم در تیمار هیومیک اسید را می‌توان ناشی از افزایش قابلیت جذب این عنصر بواسطه تحریک مواد هیومیکی دانست.

از مزایای مهم دیگر هیومیک اسید کلات کنندگی عناصرغذایی مختلف مانند پتاسیم و منیزیم، کلسیم، روی، آهن و مس برای غلبه بر کمبود عناصر غذایی است که افزایش طول، وزن ریشه و ایجاد ریشه‌های جانبی و به دنبال آن افزایش جذب را سبب می‌شود (۱). در پژوهش نظری و همکاران[2] (۳۲) در بررسی کاربرد خاکی، محلول پاشی و مصرف همراه با آب آبیاری هیومیک اسید نوع هیومکس بر ویژگی‌های رشدی و فراهمی آهن و فسفر در گیاه کلزا (رقم هایولا ۳۰۸) دریافتند که نحوه کاربرد و سطوح مختلف هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشد رویشی به جز تعداد برگ معنی‌دار بوده و بیشترین غلظت فسفر و آهن از تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر مصرف همراه با آب آبیاری هیومیک اسید به دست آمد.

ساکی نژاد و همکاران[3] (۴۱) در تاثیر هیومیک اسید بر روی عملکرد جذب عناصر پر مصرف در نخود، نشان دادند که جذب عناصر پر مصرف فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم افزایش یافته و باعث افزایش عملکرد می‌گردد. ال نمر و همکاران[4] (۱۷) در پژوهش خود مبنی بر پاسخ رشد و عملکرد گیاهان خیار[5] به کاربردهای مختلف محلول پاشی هیومیک اسید و محرک‌های زیستی، دریافتند که رشد و عملکرد گیاه و جذب نیتروژن، فسفات، پتاسیم، کلسیم و منیزیم، افزایش یافت. جیندو و همکاران[6] (۲۸) افزایش رشد ریشه گیاه ذرت توسط هیومیک اسیدهای حاصل از زباله‌های آلی شهری

1- Razavinasab *et al.*

2- Nazari *et al.*
3- Saki Nejad *et al.*
4- El-Nemr *et al.*
5- *Cucumis sativus* L.
6- Jindo *et al.*

کمپوست شده و غیر کمپوست را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که رشد ریشه و تعداد سایت‌های میتوز در ریشه افزایش می‌یابد و به دنبال افزایش سایت‌های میتوزی، فعالیت پمپ پروتون در ریشه افزایش یافته است و جذب عناصر بیشتر شده است. مواد هیومیکی با اصلاح ساختار خاک جذب عناصرغذایی توسط گیاه را بهبود می‌بخشند. همچنین مطالعات والدریگی و همکاران [1] (۴۶) نشان داد هیومیک اسید باعث افزایش جذب مواد معدنی توسط گیاهان از طریق افزایش نفوذپذیری غشاء ریشه می‌شود. هیومیک اسید می‌تواند مکمل مناسبی برای کودهای حیوانی و شیمیایی باشد و اثر بخشی این کودها را افزایش و در نتیجه مقدار مصرفی آنها را کاهش دهد. همانطور در پژوهش پیش رو نیز مشاهده گردید با کاربرد هیومیک اسیدهای مختلف غلظت عناصر غذایی (نیترون، فسفر، کلسیم و منیزیم) در برگ پسته افزایش یافت و رتبه اول به هیومکس تعلق گرفت و بیشترین درصد نیتروژن، فسفر، کلسیم و منیزیم را حاصل نمود.

افشاری و همکاران[2] (۵) در پژوهش خود نشان دادند که بین هیومیک اسیدهای مختلف (هیومکس، فلورا، پارس هیومیک و هومی پارس) از نظر تاثیر بر اجزای عملکرد اختلاف معنی داری وجود دارد و کمترین درصد پسته های پوک مربوط به مصرف کود هیومکس بود و کاربرد فلورا و هومی پارس با هیومکس اختلاف معنی‌داری نداشتند. مصرف کود پارس هیومیک درصد پسته‌های پوک را افزایش داد ولی بیشترین درصد پوکی مربوط به عدم مصرف انواع کودهای هیومیک اسید بود. در بررسی اثر تیمارهای مختلف هیومیک اسید بر تعداد پسته‌های خندان رقم عباسعلی، بیشترین اثر معنی‌دار مربوط به هیومکس بود. مشخص شده است که مهمترین دلیل پوکی پسته مربوط به عدم تمایز مناسب و همچنین تخریب قسمت‌های مختلف کیسه جنینی می‌باشد (۴۲) که کاربرد کلسیم از طریق حفظ کیسه جنینی باعث کاهش پوکی می گردد (۱۶).

درصد پوکی میوه‌های پسته نقش بسیار مهمی در میزان عملکرد نهایی دارد. بطور معمول در بهترین شرایط تولید پسته در دنیا، حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد از دانه ها پوک هستند. علاوه بر این مواردی نظیر گرده افشانی نامناسب، مشکلات تغذیه‌ایی و هورمونی، تنش‌های محیطی، پر محصول و کم محصول بودن رقم مورد نظر و بسیاری از عوامل نیز بر میزان پوکی پسته اثر گذارند و تنش خشکی، شوری و دوره‌های آبیاری طولانی مدت سبب افزایش درصد پوکی محصول می‌گردند (۱۰). ابل‌مگواند و همکاران[3] (۲) بیان داشتند که منشاء هیومیک اسید مصرفی، غلظت، نوع بستر، pH و همچنین نحوه مصرف هیومیک اسید در نتایج حاصله مؤثر می-باشد.

که در این مطالعه با کاربرد هیومیک اسید و افزایش جذب کلسیم و افزایش قدرت و مدت زمان نگهداری آب در خاک، درصد پوکی کاهش یافت.

در این پژوهش اجزای عملکرد (وزن صد دانه، پوکی و اونس) با افزایش میزان هیومیک اسید مصرفی بهبود معنی‌داری نشان دادند به‌طوری‌که بیشترین وزن صددانه، کمترین پوکی و کمترین انس (درشت دانه ترین پسته‌ها) از بیشترین مقدار هیومیک اسید (با هر نشانی) به دست آمد و بین چهار نوع هیومیک اسید مصرفی در این پژوهش و اجزای عملکرد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری

طبق نتایج به‌دست آمده از این پژوهش کاربرد انواع هیومیک اسید به صورت مایع یا جامد، تولید داخل و یا خارج می‌تواند باعث افزایش میزان غلظت عناصر غذایی

1- Valderighi *et al.*
2 Afshari *et al.*
3- Abel-Mawgoand *et al.*

پرمصرف خاک و به دنبال آن غلظت این عناصر (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) در برگ شده که نقش مهم و بنیادی در گیاه دارند. البته لازم به ذکر است که از بین هیومیک اسیدهای داخلی، نوع جامد فرتی پلاس شیمی گل و مایع شیمی گل به خوبی هیومکس مایع خارجی بودند و پا به پای آن پیش آمدند و با تکیه بر دانش داخلی می‌توان از خروج بی مورد ارز جلوگیری نمود و باعث توسعه اقتصاد داخلی گردید. در مورد اجزای عملکرد نیز با افزایش مقدار همه انواع هیومیک اسید افزایش وزن صد دانه و کاهش اونس (پسته‌های دانه درشت‌تر) و کاهش پوکی مشاهده گردید. البته لازم به ذکر است که تاثیرات هیومیک اسید نه تنها به غلظت مصرفی هیومیک اسید بلکه به روش کاربرد آن و شرایط خاک نیز وابسته است. هرچند که هنوز هم ابهامات درباره هیومیک اسید وجود داشته که از آن جمله می‌توان به پیچیده بودن هیومیک اسید به علت وجود منشاءهای مختلف تشکیل و همچنین سازوکار اثرگذاری بر گیاه اشاره کرد و رفع این نکات مبهم با تحقیق و پژوهش در مورد نشان‌های مختلف هیومیک اسید اعم از داخلی و خارجی و همچنین مقایسه برندهای داخلی گوناگون در خاک‌های مناطق مختلف و میزان اثربخشی آن بر عملکرد محصولات مختلف، هم می‌تواند باعث درک بهتر از نقش دقیق هیومیک اسید در فراهمی عناصر غذایی و بهبود عملکرد محصول استراتژیکی مانند پسته شده و هم باعث رونق تولید داخلی و ارزآوری گردد و توسعه اشتغال و خود کفایی ملی را به ارمغان آورد.

REFRENCES

1. Abedi, T., and Pakniyat, H. 2010. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (Brassica napus L.). Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 46(1): 27-34.

2. Abel-Mawgoand, A. M. R., El-Greadly, N. H. M., Helmy, Y. I., and Singer, S. M. 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic-based fertilizer and NPK fertilization. Journal of Applied Sciences Research, 3: 169-174.

3. Afrousheh, M. and Javanshah, A. (2020). The Effect of humic acid on the growth and physiological indices of pistachio seedling (Pistacia vera) under drought stress. Journal of Nuts 11(1): 1-12.

4. 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).

5. Afshari, H., PourAli, M., Sajedi, S., and HokmAbadi, H. 2015. Effect of different type of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of pistachio cultivar Abbas Ali. Journal of Plant Environmental Physiology 10 (37): 72-83. (In Persian).

6. Agricultural Statistics. 2016. Ministry of Agriculture. Planning and Economic Deputy. Center for Information and Communication Technology, 3(Garden products): 24-25. (In Persian)

7. Ahmed, A. G., Orabi, S. A. and Gaballah, M. S. 2010. Effect of bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical components of two sunflower cultivars. International Journal of Academic Research 2(4):271-277.

8. Asik, B. B., Turan, M. A., Celik, H. and Katkat, A. V. 2009. Effect of humic substances to dry weigth and mineral nutrients uptake of wheat on saline soil conditions. Asian Journal of Crop Science, 1(2):87-95.

9. Azin Pour, K. 2010. Investigate the use of different strains of Azoto bacter, Humic acid composition of micronutrients on some physiological traits in wheat. Master's thesis, Department of Agriculture, Department of Agriculture - Natural Resources Karaj Azad. (In Persian with English abstrac).

10. Bagheri, N., Yazdanpanah, N., and Sedaghati, N. 2017. Effect of different concentrations of magnesium in irrigation water on vegetation indices, some soil chemical properties and nutrient elements of pistachio seedlings (Zarand and Qazvini). Journal of Soil and Water Conservation Research 24(6): 1-24. (In Persian)

11. Beed, R. H. 1991. Foliar boron and zinc nutrition studies in pistachio. Annual Report Pistachio California Industry. 121-126

12. Boehme, M., Schevtschenko, J., and Pinker, I. 2005. Iron supply of cucumbers in substrate culture with humate. Acta Horticulturae, 41: 329-335.

13. Bronick, C. J., and Lal, R. 2005. Soil structure and management: a review. Geoderma. 124: 3-22.

14. Canellas L. P., Silva S. F., Olk D. C., and Olivares F. L. 2015 Foliar application of plant growth promoting bacteria and humic acid increase maize yields. Journal of Food, Agriculture and Environment, 13: 131-138.

15. 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.

16. Desouky I., Haggag L., Abd el-migeed M., Kishk Y., and El-hady E. 2009.Effect of boron and calsium nutrients spary on fruit set, oil content and oil quality of some olive cultivers. World Journal of Agriculture Sciences, 5:180-185.

17. El-Nemr, M. A., El-Desuki, M., El-Bassiony, A. M., Fawzy, Z. F. 2012. Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of humic acid and bio-stimulators. Australian Journal of Basic Appllied Science. 6: 630–637.

18. Esmaeil-pour, A. 2001. Distribution use and conservation of pistachio in Iran. Workshop, 14-17 December 1998. Irbid, Jordan.

19. Fabbri, A., Ferguson, L., and Polito, V. S. 1998. Crop load related deformity of developing *Pistacia vera* cv `Kerman' nuts. Scientia Horticulturae, 77: 219–234.

20. Feckova, J., Pacuta, V., and Cerny, I. 2005. Effect of foliar preparations and variety on sugar beet yield and quality. Journal of Central European Agriculture, 6(3): 295-308.

21. Guan, X. H., Shang, C., Chen, G. H. 2006. Competitive adsorption of organic matter with phosphate on aluminum hydroxide. Journal of Colloid and Interface Science, 296 (1): 51-58.

22. Hanlon, E. A. 1998. Elemental determination by atomic absorption spectrophotometry. Handbook of reference methods for plant analysis, 157-164.

23. Hartwigson, J. A., and Evans, M. R. 2000. Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. Horticultur Science, 35(7): 1231-1233.

24. Hashimot, K., and Kudla, J. 2011. Calcium decoding mechanisms in plants. Biochimie, 93 (12), 2054–2059.

25. 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.

26. Jalali, Z., Panahi, B. and Mirhajian, A. 2018. Evaluation of soil application amendment effect of anti-salt materials (gypsum, humic acid fertilizer and antisalt fertilizer) on the yield of pistachio. International Journal of Biological Forum, 10(1): 111-117.

27. Javanshah, A., and AminianNasab, S. 2016. The Effects of Humic Acid and Calcium on Morpho-Physiological Traits and Mineral Nutrient Uptake of Pistachio Seedling under Salinity Stress. Journal of Nuts 7(2):125-135

28. Jindo, K., Martim, S. A., Navarro, E. C. 2012. Root growth promotion by humic acids from composted and noncomposted urban organic wastes. Journal of Plant and Soil. 353: 209–220

29. 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.

30. Maluf, H. J .G. M., Silva, C. A., Curi, N., Norton, L. D., and Rosa, S. D. 2018. Adsorption and availability of phosphorus in response to humic acid rates in soils limed with $CaCO_3$ or $MgCO_3$. Ciência e Agrotecnologia, 42(1): 7-20.

31. Merkl, N., Hoogen, V., Hoogen, H., and Bens, O. 2006. Humic acid-based soil conditioners for soil cultivation in arid and semiarid climates: Potential for the economization of water and fertilizers. International Symposium on Dry lands and ecology and human security, isdehs, sharjah, uae.

32. Nazari, T., Barani Motlagh, M., Dordipour, E., Ghorbani, NasrAbadi, R., and Sefid Garshahkolahi, S. 2019. Comparison of soil use, foliar application and irrigation with humic acid on some growth characteristics and availability of iron and phosphorus in canola. Journal of Agriculture Engeering, 42(4): 1-14 (In Persian).

33. Ozdamar Unlu H., Unlu H., Karakurt Y., and Padem, H. 2011. Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. Scientific Research and Essays, 6: 2800-2803

34. Ozfidan-Konakci, C., Yildiztugay, E., Bahtiyar M., and Kucukoduk, M. 2018. The humic acid induced changes in the water status, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense systems of wheat leaves with cadmium stress. Ecotoxicology and Environmental Safety, 155: 66–7.

35. Pakdaman, N., Javanshah, A., and Nadi, M. 2019. The Effects of some inorganic-, synthetic- and organic-Fertilizers on the vegetative growth and iron content in pistachio cv. Ghazvini under alkaline conditions. Journal of nuts, 10 (2): 127-137.

36. Rahemi, M., and Asghari, H. 2004. Effect of hydrogen cyanamide (dormex), volk oil and potassium budbreak, yield and nut characteristics of pistachio (Pistacia vera L.). Horticultural Sience and Biotechnology, 79 (5): 823-827.

37. Rashidi, N., Moezzi, A., and Rahnama, A. 2019. The effect of humic acid on vegetative properties, phosphorus and potassium uptake and photosynthetic pigments of pistachio seedlings under drought stress. Soil Application Research 7(3): 134-149.

38. RazaviNasab, A., Fotovat, A., Astaraie, A., and Tajabadipour, A. 2018. Effect of gypsum, sulfur and HUMAX on some properties of pistachio leaves and soil at field condition. Soil Management and Sustainable production, 7(3): 123-138 (In Persian).

39. Razavi Nasab, A., Fotovat, A., Astaraie, A., & Tajabadipour, A. 2019. Effect of organic waste and humic acid on some growth parameters and nutrient concentration of pistachio seedlings. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 50(3), 254-264.

40. Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Soil Science, 78: 2. 154.

41. Saki Nejad, T., Hossaini, S. M. and Hyvari, M. 2011. Calculate changes of bean germination process in the presence of various compounds of biological fertilizer Humic acid mixed with micro and macro elements. Journal of American Science. 7(6): 1014-1021.

42. Sheibani, A. 1995. Pistachio production in Iran. 419 p.

43. Stott, D. E. and Martin, J. P., 1990. Synthesis and degradation of natural and synthetic humic material in soils. Humic substances in soil and crop sciences, pp.37-63.

44. Tan, K. H. 2014. Humic matter in soil and the environment: principles and controversies. Second Edition, CRC Press, 495 pp

45. Thi Lua, H., and Bome, M. 2001. The influence of humic acid on tomato in hydroponic system. Acta Horticulturae, 548: 451-458.

46. Valdrighi, M. M., Pear, A., Agnolucci, M. Frassinetti, S., Lunardi, D. and Vallini, G. 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (Cichorium intybus) soil system: a comparative study. Agriculture, Ecosystems and Environment. 58: 133-144.

47. Vaughan, D., and Malcolm, R. E. 1979. Effect of soil organic matter on peroxides activity of wheat roots. Soil Biology and Biochemistry, 11(1): 57-63.

48. 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