اثر انواع اسید هیومیک خارجی و داخلی بر عملکرد و غلظت عناصر کم‌مصرف درختان پسته

ثمانه آریابد [۱]، اعظم رضوی نسب [۲*]، فرهاد نداف فیض‌آبادی [۳]

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۰

چکیده

اعتماد به محصولات با کیفیت داخلی نقش مهمی در شکوفایی اقتصاد دارد. به همین منظور اثر انواع اسید هیومیک (خارجی و داخلی) بر غلظت عناصر کم مصرف و برخی اجزای عملکرد پسته آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های خرد شده و در سه تکرار انجام شد که کرت اصلی شامل چهار نوع اسید هیومیک (جامد معمولی، جامد فرتی پلاس، مایع ایرانی (هر سه از شرکت شیمی گل فیض) و مایع آمریکایی (هیوماکس، HUMAX)) و کرت فرعی شامل سطوح (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 مه‌ولات استان خراسان رضوی انجام شد. نتایج نشان داد بیشترین غلظت آهن خاک از کاربرد ۶۰ لیتر در هکتار هیوماکس (۷۷/۳٪) و ۶۰ لیتر در هکتار مایع ایرانی (۷۵/۵٪) و بیشترین غلظت روی (۸۲/۳٪)، مس (۱۵/۴٪) و منگنز (۴۶/۵٪) خاک از کاربرد ۶۰ لیتر در هکتار هیوماکس حاصل شد. در گیاه، بیشترین عملکرد (۷۴/۳٪)، کلروفیل (۱۷/۷٪) و غلظت روی (۷۳/۹٪) و منگنز (۵۴/۵٪) برگ از مصرف ۶۰ لیتر در هکتار هیوماکس و بیشترین غلظت مس از کاربرد ۶۰ لیتر در هکتار هیوماکس (۵۸/۹٪) و ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار جامد فرتی پلاس (۵۵/۵٪) مشاهده شد. طبق یافته‌های این پژوهش اسیدهای هیومیک داخلی (غیر از جامد معمولی) تقریبا به خوبی هیوماکس بوده و با تکیه بر دانش داخلی می‌توان از خروج بی‌مورد ارز جلوگیری و به عملکرد بالا دست پیدا نمود.

واژه‌های کلیدی: شیمی گل فیض، کلروفیل، مس، منگنز، مه‌ولات، هیوماکس

[۱] کارشناس جهاد کشاورزی شهرستان فریمان
[۲] عضو هیأت علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، ایران
[*] نویسنده مسئول: azamrazavinasab@yahoo.com
[۳] رئیس هیأت مدیره شرکت شیمی گل فیض خراسان

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) گیاهی نیمه گرمسیری از خانواده آناکاردیاسه (Anacardiaceae) 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 مه‌ولات می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۵). 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 (Hashimot & Kudla, 2011) باعث شده عملکرد این محصول استراتژیک بسیار کمتر از حد مورد قبول باشد (Hosseinifard *et al.*, 2005). در مناطق پسته‌کاری به علت محدودیت‌های خاک از قبیل شوری خاک، عدم وجود ساختمان مناسب در اغلب مناطق، بافت نامناسب خاک و طولانی بودن دور آبیاری، استفاده از مواد کمکی مانند اسید هیومیک می‌تواند در اصلاح و بهبود وضعیت خاک و افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش رشد و عملکرد و تولید پایدار، بسیار کمک کننده باشد. اسید هیومیک درشت مولکول پیچیده آلی از باقیمانده گیاهان و حیوانات بوده و با فرایندهای شیمیایی و باکتریایی در خاک تشکیل می‌شود. اسید هیومیک از نظر بیوشیمیایی ماده موثره هوموس است و از طریق اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی سبب افزایش زیست توده ریشه و اندام هوایی می‌گردد. مواد هیومیکی شامل ترکیبات هومیک و فولویک اسید بوده که به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر کم‌مصرف می‌گردند و سبب افزایش جذب این عناصر و باروری خاک شده و تولید در گیاهان را افزایش می‌دهند (Tan, 2014). اسید هیومیک ساخته شده از مولکول‌های طبیعی آلی و حاصل تجزیه میکروبی مواد آلی بوده که هورمون‌های تنظیم کننده رشد گیاهی و جذب عناصر غذایی توسط گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Canellas *et al.*, 2015; Orsi, 2014). نتایج مطالعات نشان داده که اسید هومیک از یک سو با توان بالای کلات کنندگی می‌تواند در بهبود فراهمی عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر، آهن و روی به‌ویژه در خاک‌های قلیایی و آهکی مؤثر باشد (Ozdamar Unlu *et al.*, 2011; Ozfidan-Konakci *et al.*, 2018) و از سوی دیگر همانند یک مخزن عمل کرده و عناصر غذایی خاک را جذب نموده و آن‌ها را به موقع در اختیار ریشه گیاهان قرار دهد که بدین ترتیب می‌تواند شرایط مناسبی برای رشد گیاهان را فراهم سازد (Turan *et*

al., 2011). اسید هومیک می‌تواند با بهبود ساختمان خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک به‌ویژه در خاک‌های با درصد رس کم به نگهداری آب در خاک کمک نموده و سبب بهبود جذب آب توسط گیاهان شود (رشیدی و همکاران، ۱۳۹۸). استفاده از ترکیبات آلی مانند هیومیک اسید می‌تواند بسیاری از فرآیندهای ریخت‌شناسی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان را تحت تأثیر قرار داده و استفاده از اسید هیومیک یکی از روش‌های مناسب در افزایش بردباری گیاهان در برابر تنش‌های محیطی است (Ozfidan-Konakci *et al*., 2018). از سوی دیگر منابع آب در نواحی مرکزی فلات ایران در به‌ویژه در مناطق پسته کاری در نتیجه برداشت بی‌رویه از منابع آب زیر زمینی و خشکسالی‌های شدید درسال‌های اخیر به شدت کاهش یافته و باعث تنش خشکی و کاهش عملکرد شده است (Ghorchiani *et al*., 2018).

قاسمی و همکاران (۱۳۹۲) و Esmaeilpour *et al*. (۲۰۱۶) گزارش کردند تنش خشکی سبب کاهش رشد و مقادیر کلروفیل ارقام مختلف دانهال‌های پسته شد. فهیمی خویردی و شمشیری (۱۳۹۵) نیز کاهش وزن خشک و کاهش مقادیر کلروفیل‌های a و b و کلروفیل کل ارقام پایه‌های پسته اهلی را در شرایط تنش خشکی گزارش کردند. اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کمی از اسیدهای آلی اثرات قابل توجه ای در بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولووژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد. اسید هیومیک می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای حیوانی و شیمیایی شود و استفاده از این کودها را کاهش دهد (افشاری و همکاران، ۱۳۹۴).

اگر چه مطالعات زیادی در مورد تأثیر مواد هیومیکی بر روی گیاهان مختلف انجام شده است اما در مورد اثر این مواد و تفاوت آنها در عملکرد و ویژگی‌های کمی و کیفی پسته تحقیقات زیادی صورت نگرفته است. لذا با توجه به اهمیت کشت پسته به لحاظ محصول استراتژیک کشور و همچنین گسترش و توسعه سطح کشت آن در ایران و وجود مشکلات ناشی از عدم تعادل تغذیه‌ایی در پسته و همچنین تنوع اسیدهای هیومیک موجود در بازار نهاده‌های کشاورزی در مناطق پسته کاری، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کاربرد انواع اسید هیومیک (داخلی و خارجی) بر غلظت عناصر کم مصرف در خاک و برگ درختان پسته و برخی اجزای عملکردی در شرایط مزرعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در باغ پسته آقای حسن خسروی واقع در چاه دهنو در روستای شمس آباد، در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان مه‌ولات 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 اسید هیومیک (اسید هیومیک جامد معمولی، اسید هیومیک جامد فرتی پلاس، اسید هیومیک مایع ایرانی (هر سه از محصولات شرکت شیمی گل فیض خراسان) و اسید هیومیک مایع آمریکایی (هیوماکس) 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 نمونه‌برداری صورت گرفت و ویژگی‌های مورد نظر اندازه‌گیری شد (جدول ۱). کودهای جامد اسید هیومیک در دو نوع معمولی و فرتی پلاس از شرکت شیمی گل فیض خراسان و کودهای مایع اسید هیومیک از دو منبع، یکی کود اسید هیومیک مایع شرکت شیمی گل فیض خراسان و دیگری کود اسید هیومیک مایع هیوماکس 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 اسیدهای هیومیک 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 کم مصرف آهن، روی، منگنز و مس به کمک دستگاه جذب اتمی و همچنین با نمونه برداری از خاک پای هر درخت غلظت عناصر کم مصرف آهن، روی ، منگنز و مس در عصاره محلول خاک به کمک دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. در مهرماه ۹۶ برخی از اجزای عملکرد (میزان عملکرد (گرم برای هر درخت)، درصد وزنی پسته های دهان باز و دهن بست و میزان کلروفیل (Arnon, 1949) هر درخت اندازه‌گیری شد. 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

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول۳) نشان داد که اثر متقابل نوع و مقدار اسید هیومیک بر میزان هر چهار عناصر کم مصرف معنی‌دار است. به‌طوری‌که

بیشترین غلظت آهن از کاربرد ۶۰ لیتر در هکتار مایع شیمی گل و ۶۰ لیتر در هکتار هیوماکس بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بدست آمد. همچنین بیشترین غلظت روی، مس و منگنز نیز از کاربرد ۶۰ لیتر در هکتار هیوماکس حاصل شد (جدول ۴). نتایج (جدول ۳) همچنین نشان داد که، نوع اسید هیومیک مصرفی اثر معنی‌داری بر غلظت آهن، روی، مس و منگنز خاک دارد (شکل ۱). بیشترین میزان آهن و مس خاک از سه اسید هیومیک جامد فرتی پلاس، مایع شیمی گل و مایع هیوماکس، بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بدست آمد. بیشترین میزان روی و منگنز خاک از کاربرد مایع هیوماکس حاصل شد. همچنین مقدار اسید هیومیک مصرفی نیز اثر معنی‌داری بر میزان این عناصر دارد (شکل ۲). به‌طوری‌که در مورد همه عناصر (آهن، روی، مس و منگنز) بیشترین میزان غلظت عنصر در بیشترین مقدار مصرف اسید هیومیک مشاهده گردید.

اسید هیومیک شامل بسیاری از گروه‌های عامل به‌ویژه کربوکسیل است که در افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی تأثیر بسزایی دارد و حاصلخیزی خاک و محتوای مواد آلی خاک را افزایش و در نتیجه رشد و عملکرد گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مطالعات نشان داده اسید هیومیک به دلیل ویژگی کلات کنندگی می‌تواند در افزایش فراهمی عناصر غذایی در خاک موثر باشد (Ozfidan-Konakci *et al.*, 2018; Ozdamar Unlu *et al.*, 2011). همچنین از دیگر دلایل افزایش جذب بیشتر عناصر غذایی در تیمارهای اسید هومیک می‌توان به اثرات مثبت اسید هیومیک در بهبود فعالیت جمعیت میکروبی خاک، بهبود ظرفیت تبادل کاتیونی و همچنین بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و در نتیجه افزایش قابلیت نگهداری آب اشاره کرد (Canellas *et al.*, 2015)، که در پژوهش پیش رو هم مشاهده گردید که با کاربرد اسید هیومیک با نشان‌های مختلف، غلظت عناصر کم مصرف خاک نیز افزایش یافته و کودهای مایع شیمی گل و هیوماکس با مقدار مصرفی ۶۰ لیتر در هکتار نتایج بهتری را نشان دادند. از آنجا که اسید هیومیک 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.

این‌گونه به‌نظر می‌آید که کلات کنندگی عناصرغذایی مختلف توسط اسید هیومیک، مانند پتاسیم و منیزیم، کلسیم، روی، آهن و مس برای غلبه بر کمبود عناصر غذایی صورت گرفته که در نهایت افزایش طول، وزن ریشه و ایجاد ریشه‌های جانبی و به دنبال آن افزایش جذب را سبب می‌شود (نظری و همکاران، ۱۳۹۸).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که اثر متقابل نوع و مقدار اسید هیومیک بر میزان عملکرد، میزان کلروفیل و غلظت عناصر روی،

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه.

هدایت الکتریکی عصاره اشباع ($dS\ m^{-1}$)	واکنش خاک	آهن	روی	مس	منگنز	کربن آلی	آهک	شن	سیلت	رس	بافت خاک
			$mgkg^{-1}$						درصد		
۷	۷/۷	۲/۹۲	/۱۸۶	/۶۵۴	۵/۲۵	/۲۸۱	۲۱/۳	۴۹	۴۱	۱۰	لوم

جدول۲- ویژگی اسید هیومیک‌های مورد استفاده.

نوع اسید هیومیک	اسید هیومیک	اسید فولویک	اکسید پتاسیم	آهن	نیتروژن
			درصد		
جامد معمولی شیمی گل	۸	۳	۱	-	-
جامد فرتی پلاس شیمی گل	۸	۳	۱	۰/۳	-
مایع شیمی گل	۷	-	۲	-	۱
مایع هیوماکس آمریکایی	۱۲	۳	۳	-	-

جدول ۳- تجزیه واریانس عناصر کم مصرف خاک

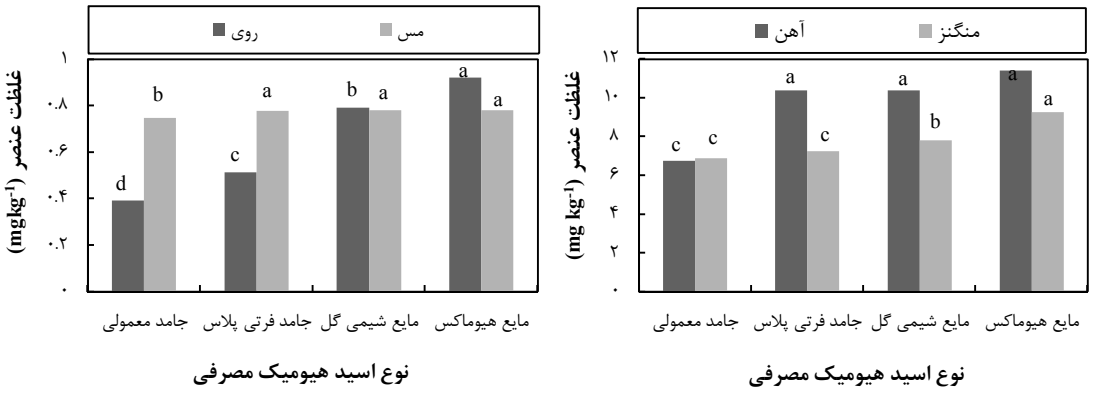
		میانگین مربعات			
منبع تغییرات	درجه آزادی	آهن	روی	مس	منگنز
تکرار	۲	۰/۱۶۹^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۲۲۰^{ns}
نوع اسید هیومیک	۳	۴۰/۸*	۰/۵۳۵*	۰/۰۰۲*	۹/۸۸*
خطا	۶	۰/۷۹۰	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۲۴۵
مقدار اسید هیومیک	۲	۳۲۳**	۱/۵۹*	۰/۰۲۳^{ns}	۱۷/۰*
نوع *مقدار	۶	۱۱/۷*	۰/۱۵۷^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۳/۴۹*
خطا	۱۶	۰/۶۹۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۱	۰/۱۴۳
ضریب تغییرات	-	۸/۲۶	۱۲/۸	۱/۲۴	۴/۸۳

^{ns}، * و ** به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵ و ۱٪

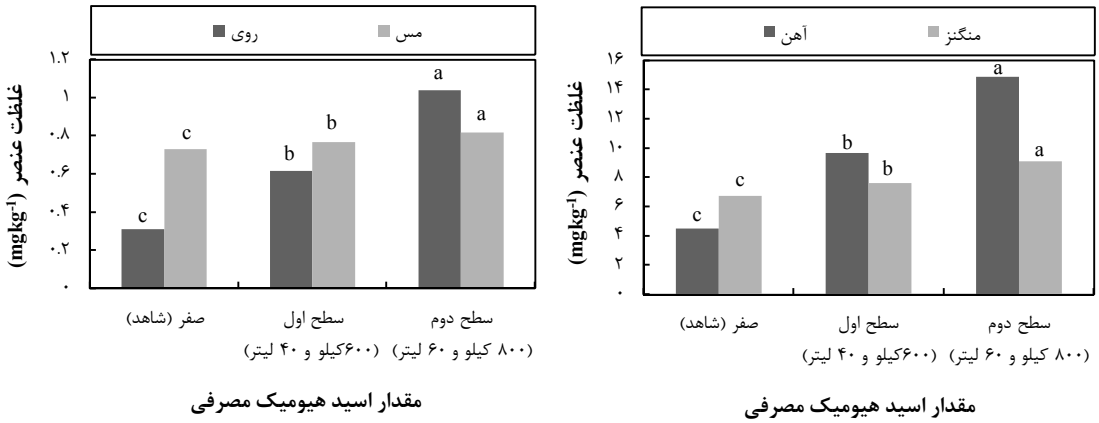
جدول ۴- اثر متقابل نوع و مقدار اسید هیومیک بر غلظت عناصر کم مصرف خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک).

عنصر	مقدار	نوع اسید هیومیک			
		جامد معمولی شیمی گل	جامد فرتی پلاس شیمی گل	مایع شیمی گل	مایع هیوماکس آمریکایی
آهن $mgkg^{-1}$	صفر (شاهد)	۴/۱۶^{f}	۵/۰۰^{ef}	۴/۲۳^{f}	۴/۶۴^{f}
	سطح اول (۶۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۴۰ لیتر برای کودهای مایع)	۶/۶۳^{e}	۱۱/۱^{c}	۱۰/۱^{cd}	۱۱/۲^{c}
	سطح دوم (۸۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۶۰ لیتر برای کودهای مایع)	۹/۲۴^{d}	۱۵/۰^{b}	۱۷/۰^{a}	۱۸/۳^{a}
روی $mgkg^{-1}$	صفر (شاهد)	۰/۲۷۱^{g}	۰/۳۱۰^{g}	۰/۳۴۰^{g}	۰/۳۲۳^{g}
	سطح اول (۶۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۴۰ لیتر برای کودهای مایع)	۰/۳۶۳^{fg}	۰/۵۰۶^{ef}	۰/۶۹۰^{d}	۰/۹۰۹^{c}
	سطح دوم (۸۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۶۰ لیتر برای کودهای مایع)	۰/۵۴۳^{e}	۰/۷۲۸^{d}	۱/۳۴^{b}	۱/۵۳^{a}
مس $mgkg^{-1}$	صفر (شاهد)	۰/۷۱۵^{f}	۰/۷۳۲^{ef}	۰/۷۴۱^{e}	۰/۷۳۳^{ef}
	سطح اول (۶۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۴۰ لیتر برای کودهای مایع)	۰/۷۵۱^{de}	۰/۷۸۵^{c}	۰/۷۷۴^{c}	۰/۷۶۸^{cd}
	سطح دوم (۸۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۶۰ لیتر برای کودهای مایع)	۰/۷۷۷^{c}	۰/۸۱۷^{b}	۰/۸۲۸^{b}	۰/۸۴۶^{a}
منگنز $mgkg^{-1}$	صفر (شاهد)	۶/۵۸^{de}	۶/۵۲^{e}	۶/۹۰^{de}	۶/۹۲^{de}
	سطح اول (۶۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۴۰ لیتر برای کودهای مایع)	۶/۸۵^{de}	۷/۳۱^{cd}	۷/۷۶^{c}	۸/۶۱^{b}
	سطح دوم (۸۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۶۰ لیتر برای کودهای مایع)	۷/۲۶^{cd}	۷/۹۵^{c}	۸/۸۳^{b}	۱۲/۳^{a}

اعداد با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.



شکل ۱- تأثیر انواع اسید هیومیک بر غلظت روی، مس، آهن و منگنز خاک. ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ، آزمون دانکن می‌باشند.



شکل ۲- تأثیر مقدار اسید هیومیک مصرفی بر غلظت روی، مس، آهن و منگنز خاک. ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ، آزمون دانکن می‌باشند

مس و منگنز برگ معنی‌دار است (جدول ۶). به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد، کلروفیل، روی و منگنز برگ از مصرف ۶۰ لیتر در هکتار هیوماکس به‌دست آمد. بیشترین غلظت مس برگ هم از کاربرد ۶۰ لیتر در هکتار مایع شیمی گل و هیوماکس و ۸۰۰ کیلو در هکتار جامد فرتی پلاس، بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر حاصل شد. تعداد میوه در خوشه و میزان وزن میوه تر و خشک، بیانگر میزان عملکرد پسته است. نتایج (جدول ۵) همچنین نشان داد که نوع اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر میزان عملکرد، میزان کلروفیل و غلظت آهن، روی ، مس و منگنز برگ دارد (شکل ۳).

به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد و بیشترین غلظت روی، مس و منگنز برگ از کاربرد هیوماکس و بیشترین کلروفیل و آهن برگ از کاربرد جامد فرتی

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی از شاخص‌های عملکرد و عناصر کم مصرف در برگ پسته.

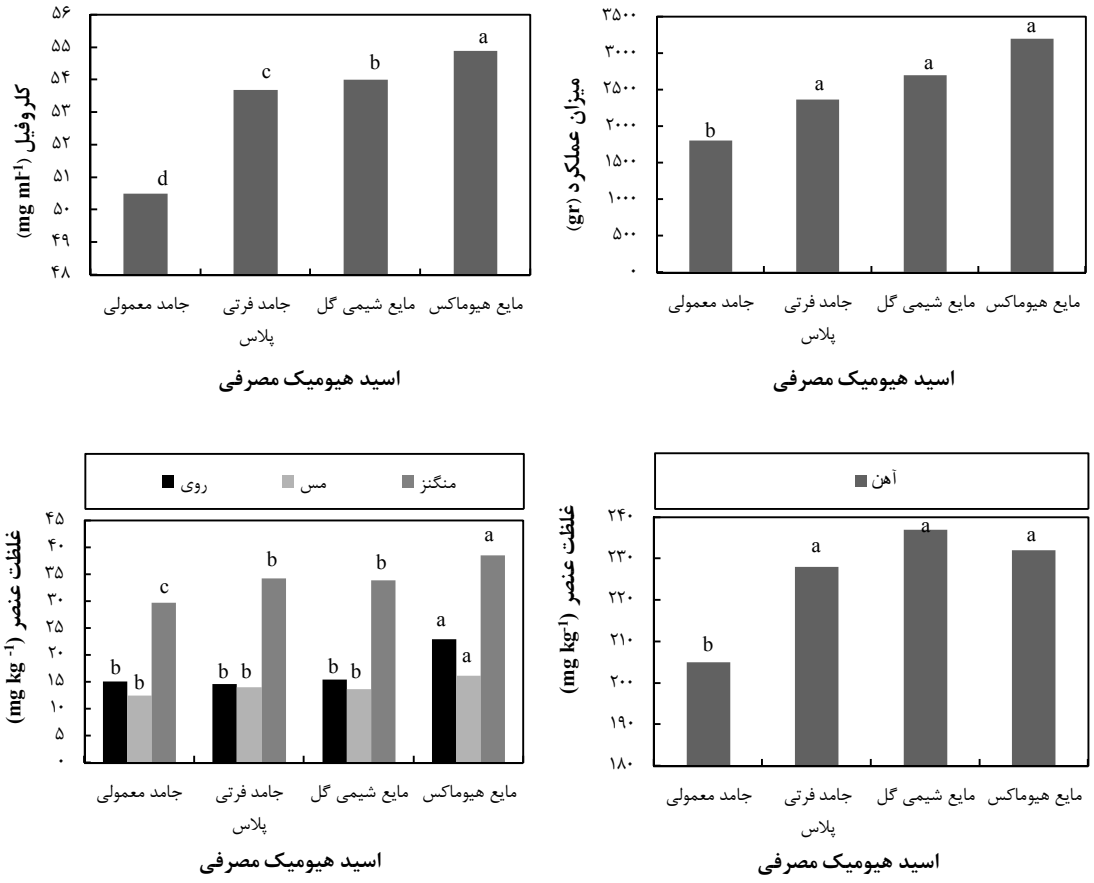
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد	دهان باز	دهان بست	کلروفیل	آهن	روی	مس	منگنز
تکرار	۲	۱۰۹۰۲۴^{ns}	۲۱/۸^{ns}	۱۵/۲^{ns}	۲/۱۷^{ns}	۱۴۲^{ns}	۰/۱۶۵^{ns}	۱۵/۳۶^{ns}	۱۰/۱۲۸^{ns}
نوع اسید هیومیک	۳	۳۰۸۵۹۸۰*	۲۱/۴^{ns}	۱۰/۵^{ns}	۳۳/۸*	۱۸۲۵*	۱۲۰*	۲۱/۱*	۱۱۷*
خطا	۶	۶۴۲۲۰	۷۹/۰	۱۵۴	۱/۷۰	۳۸۴	۲/۶۴	۲/۴۷	۲/۱۲
مقدار اسید هیومیک	۲	۱۷۴۷۳۲۶۶**	۶۵۹*	۷۱۱*	۹۹/۳**	۲۲۰۳۸**	۶۲۰**	۳۱۴**	۶۵۳**
نوع *مقدار	۶	۷۸۸۴۹۵*	۱۰/۵^{ns}	۱۳/۱^{ns}	۱/۶۵^{ns}	۸/۸۶^{ns}	۴۲/۳*	۶/۵۸*	۸/۴۶^{ns}
خطا	۱۶	۲۵۵۷۵	۹/۸۰	۲۳/۲	۰/۲۸۶	۴۴۵	۱/۵۶	۱/۲۸	۲/۸۳
ضریب تغییرات	-	۶/۳۵	۵/۷۹	۱۷/۹	۱/۰۰	۹/۳۴	۷/۱۶	۸/۰۳	۴/۹۴

^{ns}، * و ** به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵ و ۱٪.

جدول۶- اثر متقابل نوع و مقدار اسید هیومیک بر شاخص‌های عملکرد و غلظت عناصر کم مصرف برگ.

شاخص	مقدار	جامد معمولی شیمی گل	جامد فرتی پلاس شیمی گل	مایع شیمی گل	مایع هیوماکس آمریکایی
عملکرد gr tree^{-1}	صفر (شاهد)	۱۱۷۸^{g}	۱۲۰۲^{g}	۱۲۳۱^{g}	۱۱۶۳^{g}
	سطح اول (۶۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۴۰ لیتر برای کودهای مایع)	۱۷۸۱^{f}	۲۴۹۲^{e}	۳۰۸۹^{d}	۳۸۵۸^{b}
	سطح دوم (۸۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۶۰ لیتر برای کودهای مایع)	۲۴۶۳^{e}	۳۴۰۳^{c}	۳۷۶۹^{b}	۴۵۸۶^{a}
کلروفیل mgml^{-1}	صفر (شاهد)	۴۷/۹^{i}	۵۱/۳^{fg}	۵۰/۲^{h}	۵۱/۶^{f}
	سطح اول (۶۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۴۰ لیتر برای کودهای مایع)	۵۰/۵^{gh}	۵۳/۵^{e}	۵۵/۴^{cd}	۵۵/۰^{d}
	سطح دوم (۸۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۶۰ لیتر برای کودهای مایع)	۵۳/۰^{e}	۵۶/۲^{bc}	۵۶/۵^{b}	۵۸/۲^{a}
روی mgkg^{-1}	صفر (شاهد)	۹/۶۲^{g}	۹/۷۳^{g}	۱۱/۰^{fg}	۱۲/۷^{f}
	سطح اول (۶۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۴۰ لیتر برای کودهای مایع)	۱۵/۰^{e}	۱۷/۰^{de}	۱۵/۱^{e}	۱۹/۲^{cd}
	سطح دوم (۸۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۶۰ لیتر برای کودهای مایع)	۲۰/۷^{bc}	۲۲/۵^{b}	۲۰/۳^{bc}	۳۶/۸^{a}
مس mgkg^{-1}	صفر (شاهد)	۹/۳۱^{f}	۹/۴۲^{f}	۹/۴۸^{f}	۱۰/۹^{ef}
	سطح اول (۶۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۴۰ لیتر برای کودهای مایع)	۱۲/۲^{ed}	۱۱/۶^{ed}	۱۲/۵^{d}	۱۵/۸^{c}
	سطح دوم (۸۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۶۰ لیتر برای کودهای مایع)	۱۶/۱^{c}	۲۰/۹^{ab}	۱۹/۰^{b}	۲۲/۷^{a}
منگنز mgkg^{-1}	صفر (شاهد)	۲۱/۵^{i}	۲۸/۹^{g}	۲۴/۸^{h}	۳۰/۲^{g}
	سطح اول (۶۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۴۰ لیتر برای کودهای مایع)	۳۱/۲^{fg}	۳۴/۰^{ef}	۳۵/۳^{de}	۳۸/۱^{cd}
	سطح دوم (۸۰۰ کیلو برای کودهای جامد و ۶۰ لیتر برای کودهای مایع)	۳۵/۹^{de}	۳۹/۹^{bc}	۴۱/۵^{b}	۴۷/۲^{a}

اعداد با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.



شکل ۳- تأثیر انواع اسید هیومیک بر میزان عملکرد، کلروفیل و غلظت روی، مس، آهن و منگنز برگ. ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ، آزمون دانکن می‌باشند.

پلاس، مایع شیمی گل و هیوماکس بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که مقدار اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر عناصر کم مصرف برگ و شاخص‌های عملکرد دارد. به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد، درصد پسته‌های دهان باز، میزان کلروفیل برگ و غلظت عناصر آهن، روی، مس و منگنز از بیشترین مقدار مصرف یعنی سطح سوم استفاده حاصل شد.

وطن‌خواه و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که افزایش انباشت عناصر کم مصرف توسط ترکیبات هیومیکی را می‌توان ناشی از آزاد کردن مواد فنولی در ریزوسفر ریشه و بهبود احیا و جذب بیشتر آهن در اثر کاربرد این مواد دانست. محققان (Perassi & Borgnino, 2014) نشان دادند که کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش غلظت آهن و فسفر در گیاه کلزا شد. در واقع اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی و بهبود

جذب عناصر غذایی سبب افزایش زیست توده ریشه و اندام هوایی می‌گردد (افشاری و همکاران، ۱۳۹۴).

در مطالعه حاضر نیز بیشترین غلظت آهن، روی و منگنز برگ از کاربرد ۶۰ لیتر در هکتار هیوماکس به‌دست آمد. همچنین بیشترین غلظت مس برگ‌ها از کاربرد ۶۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک مایع شیمی گل و کاربرد ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار فرتی پلاس جامد حاصل شد.

افشاری و همکاران (۱۳۹۴)، اثر انواع مختلف اسید هیومیک (هیوماکس، فلورا، پارس هیومیک و هومی پارس) بر تعداد پسته‌های دهن بست رقم عباسعلی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین این تیمارها وجود دارد. کمترین تعداد پسته‌های دهن بست مربوط به کاربرد پارس هیومیک بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت و بیشترین تعداد پسته‌های دهن بست در شاهد مشاهده شد. مصرف هومی پارس و فلورا نیز تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد ایجاد ننمود. همچنین در پژوهش فوق میزان کلرفیل a در تیمار شاهد از همه تیمارها بیشتر بود ولی تنها با تیمار فلورا اختلاف معنی‌داری داشت. کمترین میزان کلروفیل در تیمار فلورا مشاهده شد که در مقایسه با شاهد حدود ۴۳ درصد کمتر بود. محققان (Ferguson *et al.*, 2005) نشان دادند که کاهش رشد و نمو مغز با افزایش درصد دهن بست بودن یا ناخندانی مرتبط است و به‌نظر می‌رسد که اسید هیومیک با افزایش تحریک رشد و نمو مغز سبب کاهش درصد ناخندانی و افزایش خندانی می‌گردند. در واقع افزایش عملکرد از طریق کاهش درصد میوه‌های پوک و افزایش درصد میوه های خندان حاصل می‌شود.

افزایش میزان سطح برگ در نتیجه کاربرد اسید هیومیک و به دنبال آن افزایش سنتز کربوهیدرات‌ها می‌تواند در کاهش ریزش جوانه‌های گل و همچنین کاهش میزان پوکی و ناخندانی میوه‌ها موثر باشد و از این طریق سبب افزایش عملکرد گردد (طلایی و همکاران، ۱۳۸۹). گزارش شده است که اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود (اسماعیلی و تدین، ۱۳۹۸). در پژوهش رشیدی و همکاران (۱۳۹۸) کاربرد اسید هیومیک در شرایط تنش خشکی باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه و اندام هوایی و همچنین افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی در دانهال‌های پسته شد. به‌نظر می‌آید که اسید هیومیک با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد در افزایش عملکرد و کیفیت محصول نقش دارد. احتمالا اسید هیومیک از طریق افزایش سطوح برگی سبب تداوم فعالیت بافت‌های فتوسنتز کننده شده و عملکرد ریشه را افزایش می‌دهد (Osman, 2018). افزایش عملکرد به واسطه استفاده از اسید هیومیک می‌تواند به

فعالیت‌های شبه هورمونی (اکسین، جیبرلین و سیتوکینین) اسید هیومیک مرتبط باشد، از طرف دیگر اسید هیومیک با گسترش سیستم ریشه دسترسی به آب و عناصر غذایی را فراهم کرده و سبب بهبود عملکرد می‌گردد (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷).

Ferrara *et al.* (۲۰۰۸) با انجام پژوهشی گزارش کردند که کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش رشد ریشه و محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی از جمله کارتنوئیدها در برگ می‌شود. رشیدی و همکاران (۱۳۹۸) دریافتند که از آنجایی که نسبت بالاتر ریشه به اندام هوایی سبب افزایش بردباری به خشکی می‌شود می‌توان گفت کاربرد اسید هیومیک می‌تواند به این دلیل باشد که اسید هیومیک موجب افزایش کلروفیل و در پی آن افزایش فتوسنتز و ماده خشک و عملکرد گیاه خواهد شد. اسید هیومیک احتمالا با داشتن اثرات شبه هورمونی سبب افزایش رشد ریشه و وزن خشک ریشه شده است. همچنین در پژوهش فوق الذکر این نتیجه حاصل شد که کاربرد اسید هیومیک در شرایط تنش خشکی باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه و اندام هوایی و همچنین افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌شود. Jalali *et al.* (۲۰۱۸) دریافتند که کاربرد ۳۰۰۰ کیلو در هکتار اسید هیومیک جامد باعث کاهش معنی‌دار سدیمی بودن خاک و افزایش ۵۷/۶ درصدی عملکرد پسته گردید.

Afrooshe & Javanshah (۲۰۲۰) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش ویژگی‌های رشدی و محتوی نسبی آب نهال‌های پسته شده و این می‌تواند استراتژی خوبی برای گیاه پسته که اغلب در اقلیم های خشک کشت می‌شود باشد و افزایش عملکرد را به دنبال داشته باشد.

در پژوهشی دیگر (Pakdaman *et al.*, 2019) در سیستم کاشت نیمه هیدروپونیک دریافتند که تیمار اسید هیومیک به همراه سکوسترین آهن (Fe-EDDHA) بیشترین وزن خشک ریشه و به همراه سولفات آهن ($FeSO_4$) بیشترین وزن خشک شاخسار، که در نهال‌های پسته که معیاری از عملکرد است، را تولید نمود.

Sajadian & HokmAbadi (۲۰۱۵) در بررسی اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و اندام هوایی و جذب عناصر غذایی در پسته رقم بادامی زرند دریافتند که اسید هیومیک اثر معنی‌دار بر طول گیاه و فاصله میانگره داشته و همچنین باعث افزایش رشد و طول ریشه شده و از طریق افزایش گستردگی ریشه، جذب روی، مس و منیزیم را افزایش داد. بهترین تیمار در این پژوهش ۶۰ گرم اسید هیومیک در گلدان حاوی ۱۰۰۰ گرم ورمی کولیت بود. محققان (Khaled & Fawy, 2011; Javanshah & Aminian Nasab, 2016) مشاهده کردند که مواد هیومیکی به عنوان تنظیم کننده رشد برای تنظیم سطح هورمون، باعث بهبود رشد گیاه،

جذب عناصر کم مصرف، فرایندهای بیوشیمیایی گیاهان (تنفس ، فتوسنتز و مقدار کلروفیل) و تحمل تنش را افزایش می دهد. رحیمی و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند که اسید هیومیک با کلات کردن عناصر ضروری و افزایش ماده آلی خاک می‌تواند به منزله ترمیم و جبران مضاعف کمبود تغذیه چغندرقند که بعنوان محصول پرمصرف تلقی می‌شود باعث افزایش عملکرد ریشه شود. همانگونه که نتایج این پژوهش نشان داد، بیشترین میزان عملکرد و کلروفیل از ۶۰ لیتر در هکتار کاربرد هیوماکس حاصل شد.

نتیجه‌گیری کلی

طبق نتایج به‌دست آمده از این پژوهش کاربرد انواع اسید هیومیک به صورت مایع یا جامد، تولید داخل و یا خارج می‌تواند باعث افزایش میزان غلظت عناصر غذایی کم مصرف (آهن، روی، مس و منگنز) که نقش مهم و بنیادی در گیاه دارند، بشود. به دنبال افزایش و فراهمی این عناصر در خاک، غلظت آهن، روی، مس و منگنز برگ هم افزایش پیدا کرد. البته لازم به ذکر است که از بین اسیدهای هیومیک داخلی، نوع جامد فرتی پلاس شیمی گل و مایع شیمی گل به خوبی هیوماکس 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 اسید هیومیک افزایش عملکرد، افزایش خندانی و افزایش محتوی کلروفیل مشاهده گردید. البته لازم به ذکر است که تأثیرات اسید هیومیک نه تنها به غلظت مصرفی اسید هیومیک بلکه به روش کاربرد آن و شرایط خاک نیز وابسته است. هرچند که هنوز هم ابهامات درباره اسید هیومیک وجود داشته که از آن جمله می‌توان به پیچیده بودن اسید هیومیک 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 اسید هیومیک 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 اسید هیومیک 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.

منابع

۱. اسماعیلی، ا، و تدین، م‌ر. (۱۳۹۸). تأثیر تنش خشکی و اسید هیومیک بر رشد، عملکرد و شکر تولیدی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.). *بوم شناسی کشاورزی*، ۱۱(۱): ۱۹۸-۱۸۵.

۲. افشاری، ح، پورعلی، م، ساجدی، ص، و حکم‌آبادی، ح. (۱۳۹۴). بررسی انواع مختلف اسید هیومیک بر

خصوصیات کمی و کیفی پسته رقم عباسعلی. *نشریه فیزیولوژی گیاهی*، ۱۰(۳۷):۸۳-۷۲.

۳. آمارنامه کشاورزی. (۱۳۹۵). وزارت کشاورزی. *معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات*، ۳: ۲۵-۲۴.

۴. رحیمی، ا، دولتی، ب، و حیدرزاده، س. (۱۳۹۷). بررسی تأثیر همزمان کاربرد عناصر کم مصرف و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) رقم یونیورس. *مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی)*، ۴۱(۴): ۸۳-۹۷.

۵. رشیدی، ن، معزی، ع، و راهنما، ا. (۱۳۹۸). تأثیر اسید هیومیک بر ویژگی‌های رویشی، جذب فسفر و پتاسیم و رنگدانه‌های فتوسنتزی دانهال‌های پسته تحت تنش خشکی. *تحقیقات کاربردی خاک*، ۷(۳): ۱۴۹-۱۳۴.

۶. طلایی، ع‌ر، خضری، م، و جوانشاه، ا. (۱۳۹۸). بررسی تأثیر محلول پاشی پلی آمین‌های آزاد بر برخی مشکلات فیزیولوژیکی پسته رقم کله قوچی. *مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)*، ۴۱(۴): ۳۹۱-۳۸۳.

۷. فهیمی خویردی، ف، و شمشیری، مح. (۱۳۹۵). مقایسه عملکرد فتوسیستم دو در چهار رقم پایه‌ای پسته اهلی با استفاده از تکنیک فلورسانس کلروفیل در شرایط تنش خشکی. *فرایند و کارکرد گیاهی*، ۵(۱۷): ۱۰۹-۹۶.

۸. قاسمی، م، ارزانی، ق، یدالهی، ع، و حکم‌آبادی، ح. (۱۳۹۲). اثر تنش خشکی بر فلورسانس، مقدار و شاخص کلروفیل چهار پایه دانهالی پسته. پژوهش *آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)*، ۲۷(۴): ۱۸۵-۱۷۵.

۹. نظری، ط، بارانی مطلق، م، دردی‌پور، ا، قربانی نصرآبادی، ر، و سفیدگر شاهکلایی، س. (۱۳۹۸). مقایسه مصرف خاکی، محلول پاشی و همراه با آب آبیاری اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های رشدی و فراهمی آهن و فسفر در گیاه کلزا. *مجله مهندسی زراعی دانشگاه شهید چمران اهواز*، ۴۲(۴): ۱۴-۱.

۱۰. وطن‌خواه، ا، محمدخانی، ع‌ر، هوشمند، س، و کیانی، ش. (۱۳۹۵). بررسی اثر اسید هیومیک و عنصر روی بر کمیت و کیفیت میوه، رنگیزه های فتوسنتزی و غلظت برخی عناصر در انگور رقم عسگری. *مجله به‌زراعی کشاورزی*، ۱۸(۲): ۳۱۸-۳۰۳.

11. Afrousheh, M, & 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.

12. Arnon, DE. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology, 24*, 1-15.

13. Canellas, LP, Olivers, FL, Aguiar, NO, Jones, DL, Nebbioso, A, Mazzei, P, & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as bio stimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae, 196*, 15-27.
14. Esmaeilpour, A, Van Labeke, MC, Samson, R, Boeckx, P, & Van Damme, P. (2016). Variation in biochemical characteristics, water status, stomata features, leaf carbon isotope composition and its relationship to water use efficiency in pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars under drought stress condition. *Scientia Horticulturae*, *211*, 158-166.
15. Ferguson, L, Beede, RH, Freeman, MW, Haviland, DR, Holtz, BA, & Kallsen, CE. (2005). Pistachio production manual (4th ed.). Fruit and Nut Research and Information Center, University of California, Davis, California.
16. Ferrara, G, Pacifico, A, Simeone, P, & Ferrara, E. (2008). Preliminary study on the effects of foliar applications of humic acids on 'Italia' table grape. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, *42*, 79-87.
17. Ghorchiani, M, Etesami, H, & Alikhani, HA. (2018). Improvement of growth and yield of maize under water stress by co-inoculating an arbuscular mycorrhizal fungus and a plant growth promoting rhizobacterium together with phosphate fertilizers. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *258*, 59-70.
18. Hashimot, K, & Kudla, J. (2011). Calcium decoding mechanisms in plants. *Biochimie, 93(12)*, 2054-2059.
19. Hosseinifard, J, Salehi, MH, & Heydari, M. (2005). Virtual influence of translocated soils on pistachio orchards, central Iran. In: Proceedings of International Conference on Human Impacts on Soil Quality Attributes, Isfahan, Iran.
20. Jalali, Z, Panahi, B, & 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.
21. Javanshah, A, & Aminian Nasab, 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.
22. Khaled, H, & Fawy, HA. (2011). Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. *Journal of Soil and Water Resource, 6*(1), 21-29.
23. Orsi, M. (2014). Molecular dynamics simulation of humic substances (Review). *Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 1*(10), 1-14.
24. Osman, KT. (2018). Acid soils and acid sulfate soils. In: Management of soil problems, Springer, Cham, pp 299-332.
25. Ozdamar Unlu, H, Unlu, H, Karakurt, Y, & 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.
26. Ozfidan-Konakci, C, Yildiztugay, E, Bahtiyar, M, & Kucukoduk, M. (2018). The humic acidinduced changes in the water status, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense systems of wheat leaves

with cadmium stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 155*, 66-75

27. Pakdaman, N, Javanshah, A, & 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.
28. Perassi, I, & Borgnino, L. (2014). Adsorption and surface precipitation of phosphate onto $CaCO_3$–montmorillonite: effect of pH, ionic strength and competition with humic acid. *Geoderma, 232*, 600-608.
29. Sajadian, H, & HokmAbadi, H. (2015). Effect of humic acid on root and shoot growth and leaf nutrient contents in seedlings of *Pistacia vera* cv. Badami-Riz-Zarand. *Journal of Nuts, 6*(2), 123-130.
30. Tan, KH. (2014). Humic matter in soil and the environment: principles and controversies. 2nd ed., CRC Press.
31. Turan, MA, Asik, BB, Katkat AV, & Celik H. (2011). The effects of soil-applied humic substances to the dry weight and mineral nutrient uptake of maize plants under soil salinity conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, *39*, 171-177.

Effect of External and Internal Humic Acids on Yield and Concentration of Micro Elements of Pistachio Trees

Abstract

Confidence to internal quality products plays an important role in the prosperity of the economy. So, for the effect of humic acids (external and internal) on the concentration of micro elements and some components of pistachio yield, an experiment was conducted in a complete block design with three replications. The main plot consisted of four types of humic acid (ordinary solid, Ferty Plus solid, Iranian liquid and American liquid humic acid (Humax) and subplot different application levels (zero, first level for solid 600 kg and liquid 40 liters and second level for solid 800 kg and liquid 60 Lha^{-1}. In total, 36 ten-year-old pistachio trees of almond cultivar were planted in Mehvalat. The results showed that the highest concentration of soil Fe was obtained from the application of 60 liters of Humax (77.3%) and 60 liters of Iranian liquid (75.5%) and the highest concentration of Zn (82.3%), Cu (15.4%) and Mn (46.5%) was obtained from the application of 60 liters per hectare of Humax. In the plant, the highest yield (74.3%), chlorophyll (17.7%), Zn (73.9%) and Mn (54.5%) concentration of leaves were observed from 60 liters per hectare of Humax and the highest concentration of Cu from 60 liters of Iranian liquid (58.9%) and 800 kg per hectare of solid Ferty Plus (55.5%). According to the findings of this study, internal humic acids are almost as good as external Humax, and by relying on internal knowledge, unnecessary currency outflow can be prevented and high performance can be achieved.

Keywords: Chlorophyll, Copper, HUMUX, MahVellat, Manganese, ShimiGol Feyz