فصلنامه علمی زیست‌شناسی کاربردی دانشگاه الزهرا(س)
دوره ۳۴، شماره ۴، پیاپی ۷۰، زمستان ۱۴۰۰، ص ۶۷-۵۰
نوع مقاله: مقاله پژوهشی

The Quarterly Scientific Journal of Applied Biology
Vol.34, No.4, Sering.70, winter 2021, p. 50-67
Article type: Research paper

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۸

وب سایت نشریه: https://jab.alzahra.ac.ir

10.22051/JAB.2021.34309.1398

کاربرد اسید هیومیک روی بهبود رشد رویشی و زایشی پسته رقم اکبری

(*Pistacia vera* var. Akbari)

زهرا پاک‌کیش[۱]، هادی اصغری[۲]، سهیلا محمدرضاخانی[۳]*

چکیده

در این تحقیق تاثیر اسید هیومیک با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به صورت اسپری برگی، در دو مرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از تمام گل (۱۲ فروردین ماه و ۲۷ فروردین ماه)، روی درختان پسته رقم اکبری بررسی شد. نتایج نشان دادند که بیشترین میزان سطح برگ، طول و قطر شاخه مربوط به درختان پسته که با اسیدهیومیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در ۳۰ روز بعد از مرحله تمام گل، مشاهده گردیده است. کمترین درصد پوکی در میوه‌های تیمار شده با اسید هیومیک ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شده است. بطوریکه بیشترین وزن خوشه و تعداد میوه در خوشه در درختان تیمار شده با اسیدهیومیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر دیده شده است. افزایش میزان عملکرد و وزن میوه در هر دو زمان تیماردهی، با زیاد شدن غلظت اسید هیومیک تا ۱۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شده است. درصد میوه بدشکل در میوه‌های شاهد در هر دو مرحله از محلولپاشی، نسبت به میوه‌های تیمار شده با اسیدهیومیک افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، پسته، عملکرد،

---

۱ . دانشیار ، بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲ . کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان ، کرمان ، ایران
۳.دانشجوی سابق دکتری باغبانی، دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز. آذربایجان شرقی. ایران نویسنده مسئول: * Smohammadrezakhani@yahoo.com

مقدمه

پسته گیاهی نیمه‌گرمسیری از خانواده آناکاردیاسه است که دارای ویژگی‌های بالقوه‌ای از نظر سازگاری با شرایط نامساعد محیطی است (Panahi *et al*., 2001).

استفاده از انواع کودهای طبیعی، از جمله اسید هیومیک، بدون اثر مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد می‌تواند مثمر ثمر واقع شود. از اسید هیومیک به عنوان کود آلی دوست‌دار طبیعت نیز نام برده می‌شود (Samavat & Malakuti, 2005). مواد هیومیکی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف هستند که از باقیمانده گیاهان و حیوانات حاصل می‌شوند (Liu & Cooper, 2000).

هیومیک اسید یک محصول تجاری است که بسیاری از مواد مغذی شامل ۵۸-۴۴ درصد کربن، ۴۶-۴۲ درصد اکسیژن، ۸-۶ درصد هیدروژن و ۰/۵-۴ درصد نیتروژن و همچنین بسیاری از عناصر دیگر جهت بهبودی رشد گیاه را داراست (El-Bassiony *et al*., 2010).

اسید هیومیک ترکیب پلیمری طبیعی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره بوجود می‌آید که ممکن است برای افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود. از مزایای مهم اسید هیومیک کلات‌کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن و مس برای غلبه بر کمبود عناصر غذایی است که افزایش طول، وزن ریشه و ایجاد ریشه‌های جانبی را سبب می‌شود (Abedi & Pakniat, 2010).

اثر غیر مستقیم اسید هیومیک به اثر آن بر افزایش جذب عناصر غذایی از راه ویژگی کلات کنندگی و احیاکنندگی و حفظ نفوذپذیری غشاء برمی‌گردد (Chen & Aviad, 1990). تحقیقات نشان می دهند که مواد هیومیکی از طریق اثرات بیوشیمیایی و شبه هورمونی که دارند عامل افزایش جذب عناصر توسط گیاهان می‌شوند (Dursun *et al*., 2002).

کودهای آلی علاوه بر نقش مثبتی که در اصلاح فیزیکی خاک از جمله افزایش خلل و فرج خاک، افزایش قدرت نگهداری آب توسط خاک و تنظیم رطوبت، افزایش رشد ریشه، افزایش عوامل ماکرو و میکرو بیولوژی خاک و در نتیجه بهبود خواص بیولوژی و بیوشیمیایی خاک به دلیل فعالیت موجودات زنده در قشر زراعی خاک بازی می‌کنند، بر بهبود شیمیایی خاک هم اثرگذار هستند و باعث افزایش مواد آلی و معدنی خاک می‌شوند و موجبات بهبود وضعیت تغذیه گیاه و ازدیاد محصول را فراهم می‌سازند (Castagno *et al*., 2008).

کاربرد برگی اسید هیومیک منجر می‌شود که مولکول‌های اسید هیومیک با مولکول‌های آب پیوندی تشکیل می‌دهند که تا حدود زیادی مانع تبخیر آب می‌شود. همچنین مولکول‌های فولیک اسید (بخش ریز مولکول اسید هیومیک) به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کند و با پیوند شدن به مولکول‌های آب تعریق گیاه را کاهش داده و به حفظ آب درون گیاه کمک می‌کند Tourfi & (Shokuhfar, 2019).

کاربرد برگی و خاکی اسید هیومیک با غلظت ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر در گیاه فلفل با افزایش میانگین وزن میوه، عملکرد کل را افزایش داد (Karakurt *et al*., 2009).

اسید هیومیک قابلیت تولید گیاه و حاصل‌خیزی خاک را با افزایش جذب عناصر غذایی مورد نیاز از طریق تشکیل کلات‌های عناصر کم‌مصرف و در نتیجه افزایش قابلیت دسترسی زیستی آن‌ها و افزایش رشد گیاه و به دنبال آن افزایش سیستم ریشه و ترشحات آن، افزایش می‌دهد. مطالعات زیادی نشان داده‌اند که در ترکیبات هیومیکی خصوصیت تحریک‌کننده رشد وجود دارد (Khaled & Fawy, 2011). اسید هیومیک بطور مستقیم روی رشد گیاه، تنفس، فتوسنتز و طویل شدن سلول‌ها تاثیر دارد (Nardi *et al*., 2002). اسید هیومیک منبع مهمی از نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاهان است (Panuccio *et al*. 2001).

اسید هیومیک باعث افزایش پایداری در غشای سلولی، جذب اکسیژن و طویل‌شدن ریشه‌ها در گیاهان می‌شود. اسید هیومک باعث اثرات تحریکی روی سنتز سایتوکنین و اکسیژن یا شبه‌جیبرلین‌ها (Zhang & Ervin, 2004) و بطور غیرمستقیم روی متابولیسم گیاهان تاثیر دارد (Pizzeghello *et al*,. 2001).

اسید هیومیک نه تنها رشد رویشی بلکه عملکرد و کیفیت گیاهان را افزایش داده است. کاربرد اسید هیومیک در انگور بصورت محلول‌پاشی با میزان ۰، ۱۰،۲۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار بطور معنی‌داری عملکرد را افزایش داده است (Cangi *et al*. 2006).

در توت فرنگی رقم کاماروسا وزن خشک و تر در ریشه و شاخساره‌ها، تعداد گل، طول شاخه‌ها، سطح برگ و تعداد میوه را افزایش داده است (Rafeii & Pakkish, 2014). همچنین بررسی کاربرد کود آلی و محلولپاشی اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه همیشه بهار نشان داد که کاربرد ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش ارتفاع، عملکرد تازه گل، تعداد گل در بوته، عملکرد دانه، عملکرد گلبرگ، وزن هزار دانه نسبت به شاهد گردید (Abedini *et al*., 2015).

هدف اصلی باغداران از کشت و پرورش درختان میوه، تولید میوه‌ای با کیفیت همراه با افزایش میزان تولید و عملکرد با حداقل هزینه است. پسته به دلیل ارزش تغذیه‌ای و جایگاه جهانی که دارد، به میزان چشمگیری باغداران در صدد افزایش عملکرد و کیفیت محصول آن هستند. بنابراین با توجه به سطح زیر کشت و افزایش تولید پسته، هدف از انجام این پژوهش، استفاده از مواد آلی مانند اسید هیومیک به منظور افزایش ویژگی‌های رویشی و زایشی پسته رقم اکبری بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۹۸-۱۳۹۷ در یک باغ تجاری، واقع در ۷۰ کیلومتری مرکز استان کرمان در حومه شهرستان رباط به مرحله اجرا در آمد. پژوهش بر روی درختان ۲۰ ساله پسته رقم اکبری انجام گردید. درختان در سال پربار بودند. نوع خاک در این باغ، شنی لومی و آبیاری هر ۱۰ روز یکبار صورت گرفته است.

معرفی تیمارها

تیمارها شامل اسید هیومیک جامد (CAS NO: 1415-93-6, EC NO: 215-809-6) (Humic acid- technical- Sigma-Aldrich) با غلظت‌های ۰ (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و محلول‌پاشی در دو مرحله زمانی (۱-۳۰ روز بعد از تمام گل (۱۲ فروردین) و ۲- ۴۵ روز بعد از تمام گل (۲۷ فروردین) صورت گرفت. به منظور دقت بیشتر و به حداقل رساندن خطا، حتی الامکان درختانی که از نظر قدرت رشد و اندازه یکنواخت بودند، انتخاب شدند.سپس ویژگی‌هایی نظیر سطح برگ، شاخص کلروفیل، طول و قطر شاخه سال جاری، درصد پوکی، خندانی، درصد میوه‌های بدشکل، وزن میوه، تعداد میوه در خوشه، وزن خوشه و عملکرد بررسی شدند.

سطح برگ: بدین منظور از هر تکرار در هر تیمار به طور تصادفی ۱۰ برگ از ارتفاع وسط درخت و اطراف آن جمع‌آوری و سطح برگ‌ها توسط دستگاه سطح برگ‌سنج دیجیتالی (Leaf Area Meter Digitali) اندازه‌گیری و میانگین برای هر نمونه محاسبه شد.

شاخص کلروفیل برگ: بدین منظور از هر تکرار در هر تیمار به طور تصادفی ۱۰ برگ از ارتفاع وسط درخت و اطراف آن جمع‌آوری شد و میزان شاخص کلروفیل برگ‌ها توسط دستگاه SPAD اندازه‌گیری و میانگین برای هر نمونه محاسبه شد.

طول و قطر شاخه سال جاری: در اواسط پاییز که کل برگ‌های درختان ریزش کرده بودند و درخت هیچ رشدی نداشت با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتال طول و قطر شاخه سال جاری اندازه‌گیری شد.

تعیین درصد خندانی: برای اندازه گیری درصد خندانی در زمان اپتیمم برداشت محصول، از هر تکرار در هر تیمار ۴ خوشه انتخاب و تعداد یکصد عدد پسته با پوست تازه و به صورت کاملا تصادفی جمع‌آوری شد سپس پوست سبز رویی جدا گردید. از میان یکصد عدد پسته تعداد میوه‌هایی که دهانشان باز بود شمارش و درصد خندانی یاداشت برداری شد.

تعیین درصد پوکی: برای اندازه گیری درصد پوکی در زمان اپتیمم برداشت محصول، از هر تکرار در هر تیمار چهار خوشه انتخاب و تعداد یکصد عدد پسته با پوست تازه و به صورت کاملا تصادفی جمع‌آوری شد سپس پوست سبز رویی جدا گردید. از میان یکصد عدد پسته تعداد میوه‌هایی که فاقد مغز بودند، شمارش و درصد پوکی محاسبه شد.

تعیین درصد میوه‌های بدشکل: برای اندازه‌گیری درصد میوه‌های بدشکل در زمان اپتیمم برداشت محصول، از هر تکرار در هر تیمار ۴ خوشه انتخاب و تعداد یکصد عدد پسته با پوست تازه و به صورت کاملا تصادفی جمع‌آوری شد سپس پوست سبز رویی جدا گردید. از میان یکصد عدد پسته تعداد میوه‌هایی که بدشکل بودند، شمارش و درصد میوه های بدشکل گزارش گردید.

وزن میوه: بدین منظور در زمان اپتیمم برداشت از هر تکرار در هر تیمار به طور تصادفی ۱۰۰ عدد میوه پسته با پوست از شاخه‌های شمالی و ۱۰۰ عدد میوه پسته با پوست از شاخه جنوبی جمع‌آوری شد وزن تر نمونه‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و میانگین وزن آن‌ها بر حسب گرم گزارش گردید.

تعیین وزن تر کل خوشه: بدین منظور از هر تکرار در هر تیمار به طور تصادفی ۳ عدد خوشه از شاخه‌های شمالی و ۳عدد خوشه از شاخه جنوبی جمع‌آوری شد وزن تر نمونه‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها بر حسب گرم گزارش گردید.

تعداد میوه در خوشه: بدین منظور از هر تکرار در هر تیمار تعداد دانه‌ها در هر خوشه در شاخه شمالی و جنوبی شمارش شد و میانگین آن‌ها بر حسب تعداد گزارش گردید.

عملکرد: در زمان اپتیمم برداشت، میوه‌ها از درخت جمع‌آوری شده و سپس وزن تر آن‌ها با ترازو اندازه‌گیری و بر حسب کیلوگرم در هر درخت گزارش گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

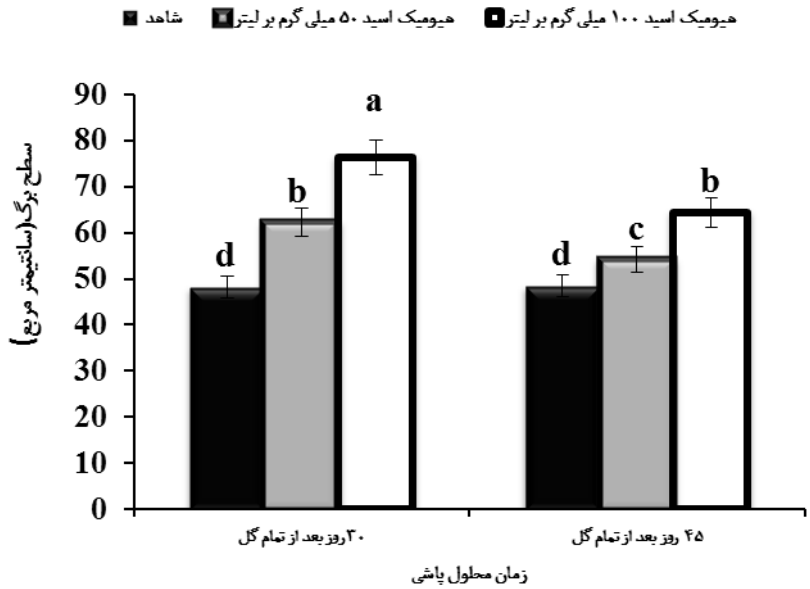
پژوهش حاضر، به صورت آزمایش اسپلیت- فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تیمار و ۴ تکرار در دو زمان اجراشد. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح

احتمال ۵ درصد و مقایسه میانگین اثرات متقابل توسط نرم افزار MSTATC انجام گرفت. نمودارها توسط نرم افزار Excel ترسیم شد.

نتایج

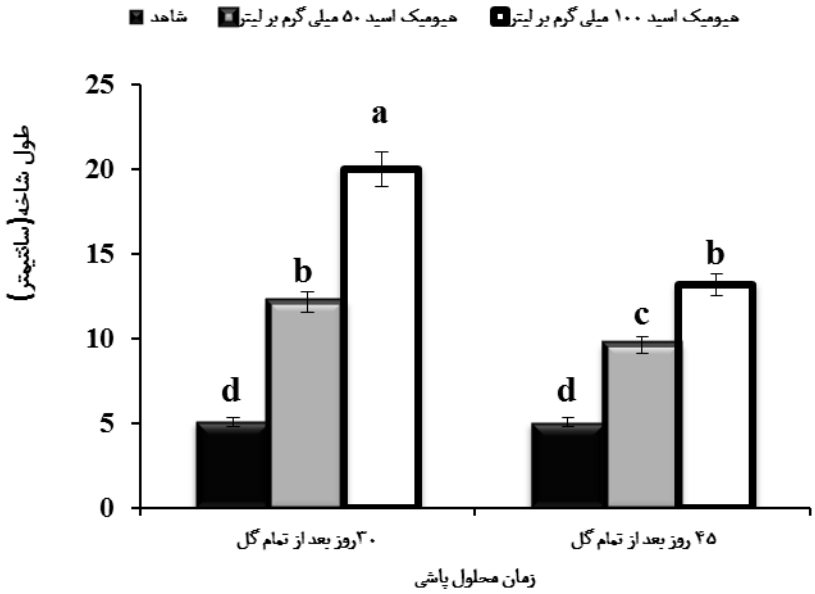
تاثیر تیمار اسید هیومیک روی ویژگی‌های رویشی

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تاثیر اسید هیومیک باعث افزایش در میزان سطح برگ در درختان پسته رقم اکبری در هر دو زمان کاربرد اسید هیومیک نسبت به درختان شاهد شد (شکل ۱). بطوریکه بیشترین میزان سطح برگ مربوط به درختان پسته که با اسیدهیومیک ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر در ۳۰ روز بعد از مرحله تمام گل تیمار شده بودند، مشاهده گردید (شکل ۱).

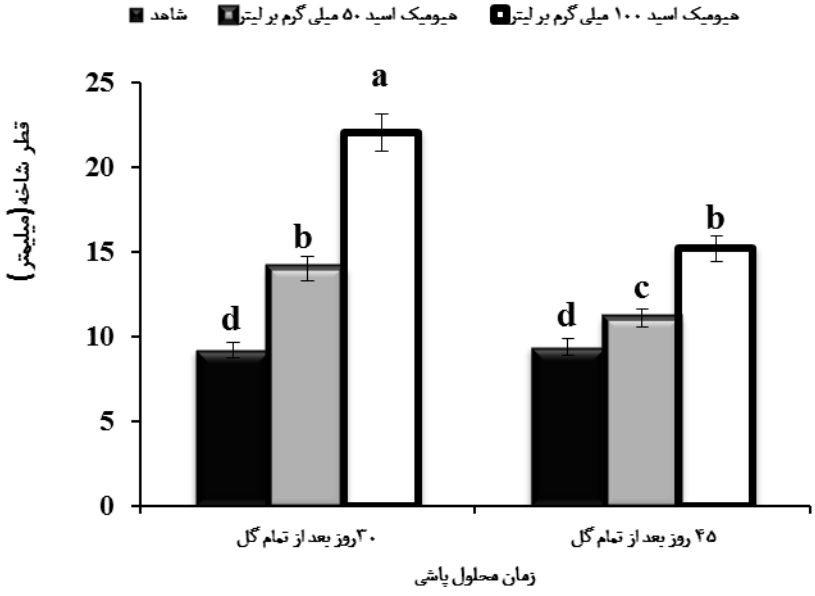


شکل۱: تاثیر اسیدهیومیک روی سطح برگ در درختان پسته در دو مرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل.

رشد طولی شاخه (شکل ۲) و رشد قطری شاخه (شکل ۳) درختان پسته رقم اکبری که با اسیدهیومیک در هر دو مرحله (۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل) تیمار شده اند، نسبت به نمونه های شاهد بیشترین میزان را دارا بودند. بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، هر دو زمان محلولپاشی تاثیر معنی داری روی رشد طولی و قطری شاخه داشتند که با شاهد تفاوت معنی داری داشتند. (شکل ۲ و ۳). طول و قطر شاخه بین ۸۹ تا ۹۲ درصد نسبت به نمونه‌های شاهد افزایش داشته است (شکل ۲ و ۳).



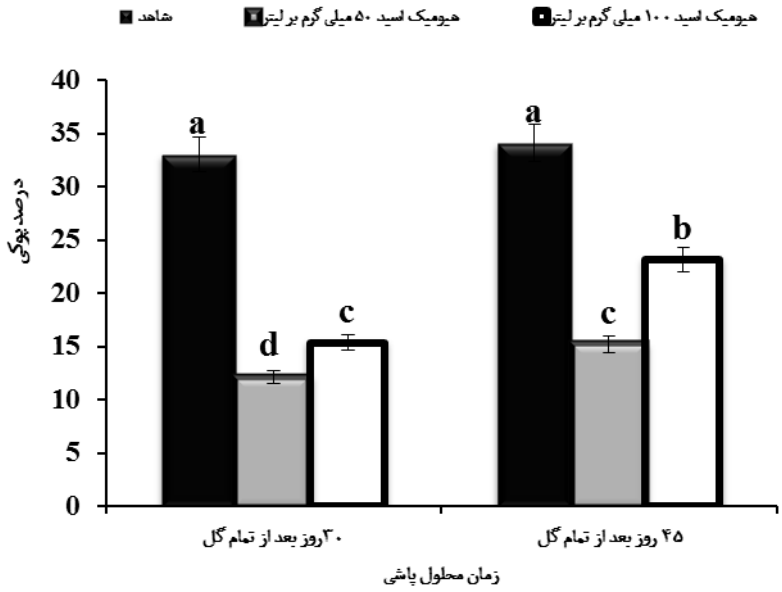
شکل۲: تاثیر اسیدهیومیک روی طول شاخه در درختان پسته در دومرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل.



شکل۳: تاثیر اسیدهیومیک روی قطر شاخه در درختان پسته در دومرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل.

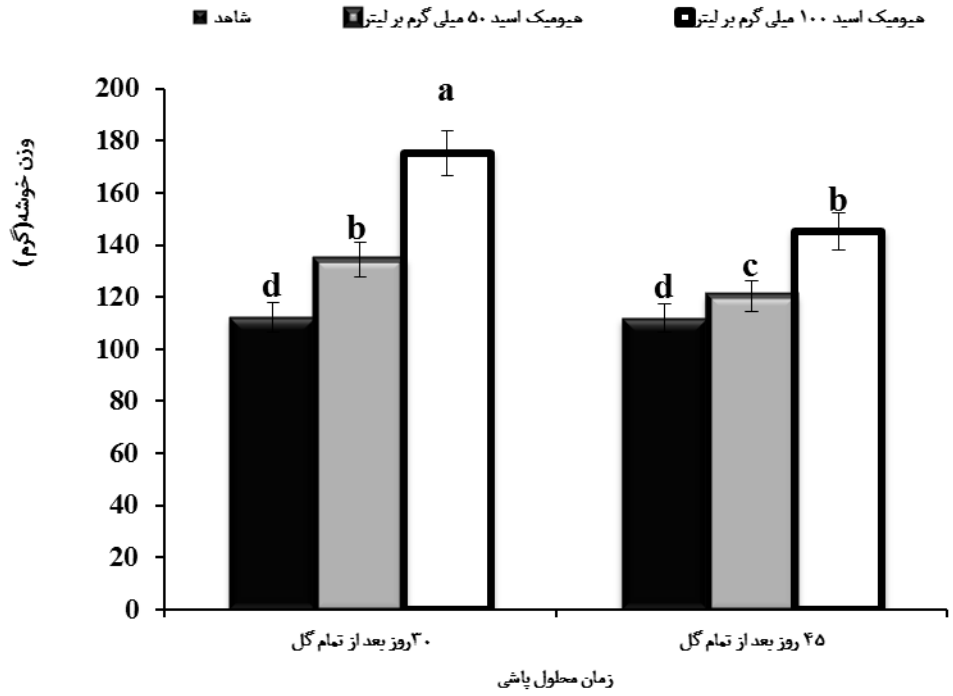
تاثیر تیمار اسید هیومیک روی ویژگی‌های زایشی

نتایج این تحقیق نشان دادند که بیشترین درصد پوکی در میوه‌های شاهد در هر دو مرحله تیماردهی و کمترین میزان در میوه‌های تیمار شده با اسید هیومیک ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شده است (شکل ۴). بطوریکه پوکی در میوه‌های تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد کاهش ۳۶ تا ۷۰ درصدی داشته است.

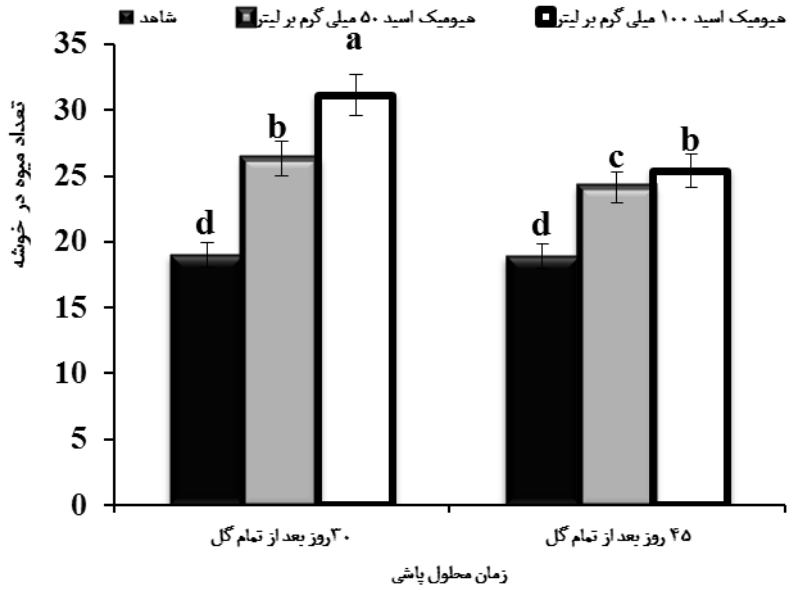


شکل۴: تاثیر اسیدهیومیک روی درصد پوکی در درختان پسته در دومرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل.

وزن خوشه (شکل ۵) و تعداد میوه در هر خوشه (شکل ۶) در درختان پسته رقم اکبری با افزایش غلظت اسید هیومیک در هر دو مرحله محلولپاشی، نسبت به میوه‌های شاهد افزایش یافته است. بطوریکه بیشترین وزن خوشه و تعداد میوه در خوشه در درختان تیمار شده با اسیدهیومیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر دیده شده است و افزایش ۲۶ تا ۶۳ درصدی نسبت به شاهد داشته است (شکل ۵ و ۶).

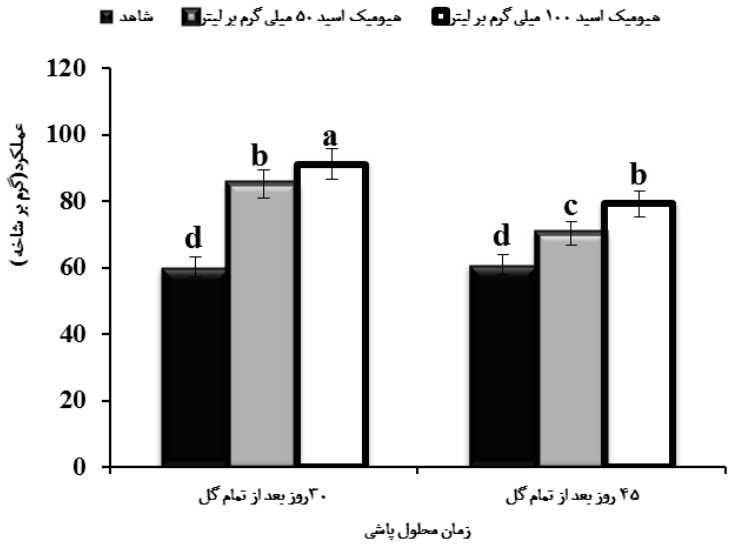


شکل۵: تاثیر اسیدهیومیک روی وزن خوشه در درختان پسته در دومرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل.

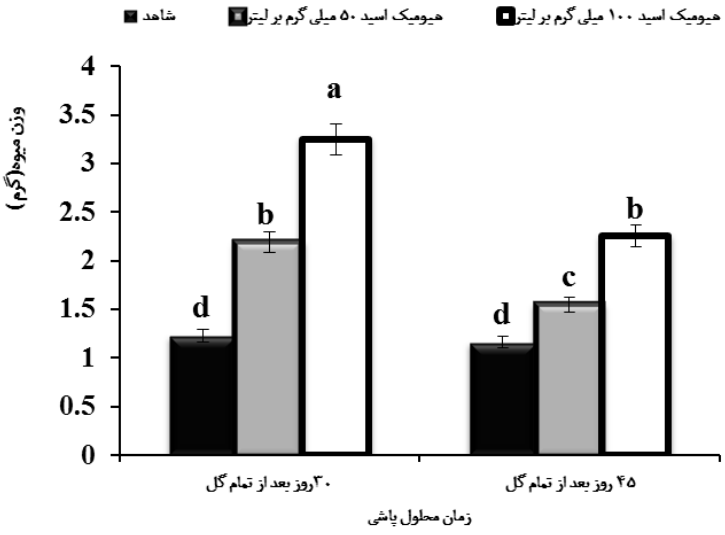


شکل۶: تاثیر اسیدهیومیک روی تعداد میوه در خوشه در درختان پسته در دومرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل.

میزان وزن میوه (شکل ۷) و در نتیجه عملکرد (شکل ۸) در درختان پسته رقم اکبری در میوه‌های تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد افزایش یافته است. افزایش میزان عملکرد و وزن میوه در هر دو زمان تیماردهی، با زیاد شدن غلظت اسید هیومیک تا ۱۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شده است. اگرچه افزایش ۱۶ تا ۵۰ درصدی در میوه های تیمار شده مشاهده گردیده است (شکل ۷ و ۸).

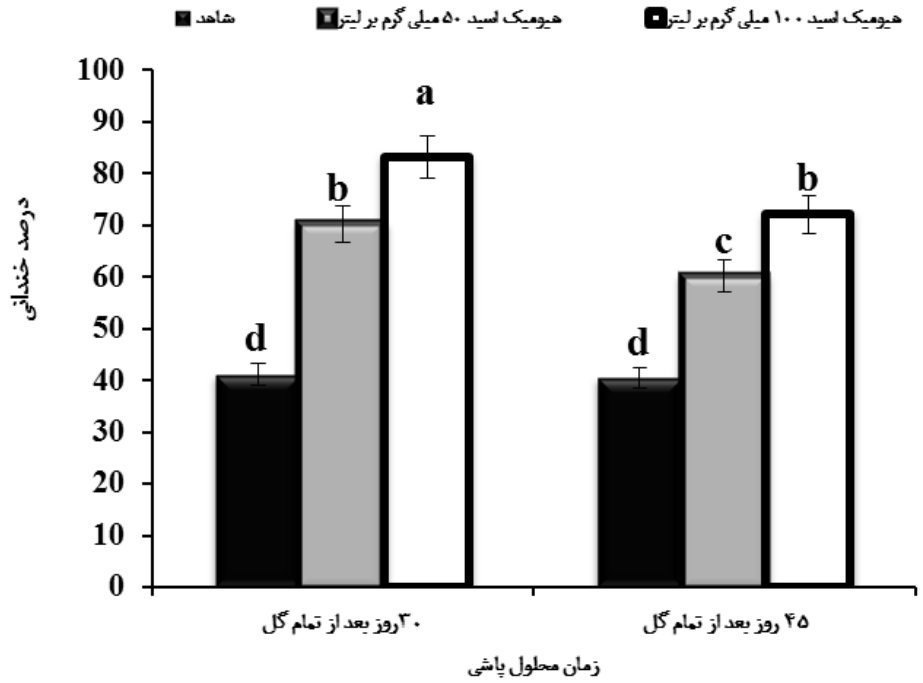


شکل۷: تاثیر اسیدهیومیک روی عملکرد در درختان پسته در دومرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل.



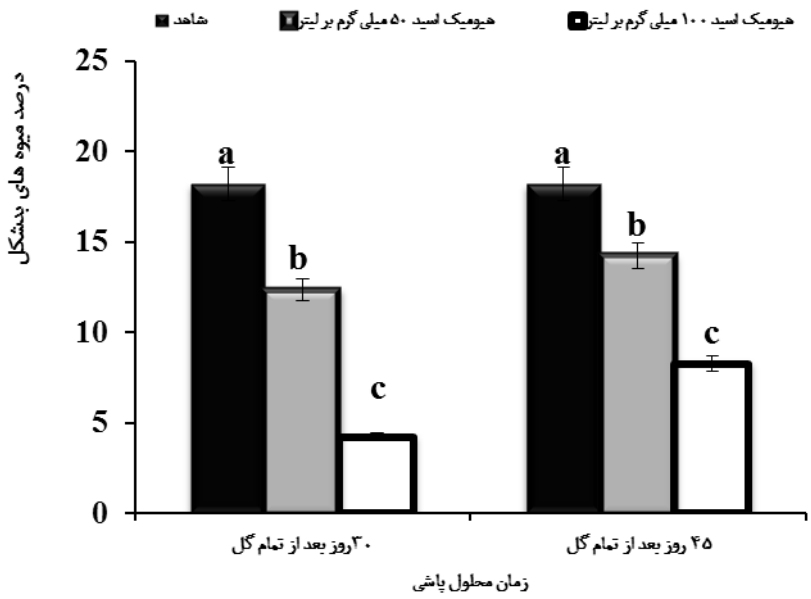
شکل ۸: تاثیر اسیدهیومیک روی وزن میوه در درختان پسته در دومرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل.

درصد خندانی (شکل ۹) در میوه‌های پسته تیمار شده با اسیدهیومیک در هر دو زمان محلولپاشی نسبت به نمونه‌های شاهد افزایش یافته است. درصد خندانی بین ۴۶ تا ۱۰۲ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته است. بطوریکه بیشترین میزان در هر دو مرحله مربوط به میوهای تیمار شده با ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک است.



شکل۹: تاثیر اسیدهیومیک رویدرصد خندانی در درختان پسته در دومرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل.

درصد میوه بدشکل در میوه‌های شاهد در هر دو مرحله از محلولپاشی، نسبت به میوه‌های تیمار شده با اسیدهیومیک افزایش یافته است (شکل ۱۰). بطوریکه کمترین میزان در میوه‌های تیمار شده با اسیدهیومیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است و کاهشی بین ۲۳ تا ۷۸ درصد نسبت به شاهد نشان دادند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: تاثیراسیدهیومیک روی عملکرد در درختان پسته در دومرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل.

بحث

توجه به رشد رویشی و در نتیجه کیفیت محصولات کشاورزی اهمیت زیادی دارد و باعث افزایش عملکرد و برگشت سریع سرمایه می‌شود. در سال‌های اخیر توجه به ترکیبات شیمیایی به منظور حفظ و بهبود رشد رویشی و زایشی در گیاهان مد نظر قرار گرفته شده است. در این تحقیق استفاده از اسید هیومیک با دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در دو مرحله ۳۰ و ۴۵ روز بعد از مرحله تمام گل، باعث افزایش در میزان سطح برگ، شاخص کلروفیل، طول و قطر شاخه سال جاری، درصد پوکی، خندانی، درصد میوه‌های بدشکل، وزن میوه، تعداد میوه در خوشه، وزن خوشه و عملکرد شده است.

تشکیل کمپلکس بین اسید هیومیک و یون‌های معدنی، کاتالیز اسید هیومیک توسط آنزیم‌ها در گیاه، تحریک متابولیسم اسید نوکلیئک و فعالیت‌های هورمونی در گیاه دلیل اصلی اثرات مثبت اسید هیومیک روی صفات کمی و کیفی است (Ozdamarullu *et al.*, 2011) و احتمالا به همین دلایل، ویژگی های کمی و کیفی میوه پسته رقم اکبری تحت تیمار هیومیک اسید در تحقیق حاضر بهبود یافته است.

هیومیک اسید، نفوذ پذیری غشاهای سلولی را افزایش داده و بدین طریق ورود پتاسیم را تسهیل می‌کند که نتیجه آن افزایش فشار داخل سلولی و تقسیم سلول است. از طرف دیگر افزایش انرژی در داخل سلول منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز

خواهد شد. به دنبال آن یک عامل مهم در رشد یعنی جذب نیتروژن به درون سلول تشدید می‌گردد و تولید نیترات کاهش می‌یابد که در نهایت این اثرات منجر به افزایش رشد می‌شود (Gitasuddin *et al*., 2007) و بنابراین، افزایش رشد طولی و قطری و سطح برگ پسته رقم اکبری تحت تیمار هیومیک اسید در تحقیق حاضر، مربوط به این مکانیسم هیومیک اسید است.

اسید هیومیک اثر شبه هورمونی، مثل اکسین و ایندول استیک اسید بر گیاهان دارد و این اثر اولیه به عنوان مهمترین فاکتور بیولوژیکی موثر در گیاهان است که سبب افزایش سطح برگ و میزان کلروفیل گیاه تحت تیمار می گردد که نتایج حاصل از این پژوهش مبنی بر افزایش سطح و میزان کلروفیل درختان پسته تحت تیمار را تایید می نمایند(Nardi *et al*., 2006).

همینطور در تحقیق دیگری، محلول‌پاشی با اسید هیومیک با غلظت ۶ میلی‌گرم در لیتر بر ارتفاع، شاخص سطح برگ، وزن خشک، تعداد شاخه فرعی، تعدادکپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه در بوته، عملکـرد دانـه، عملکـرد بیولوژیکی، میزان و عملکرد اسانس گیاه دارویی سیاه‌دانه تاثیر معنی‌داری داشت (Azizi & Safaei, 2017) که این نشان می‌دهد، افزایش سطح برگ و میزان کلروفیل آن سبب افزایش راندمان فتوسنتز شده و مواد هیدرات کربن بیشتری توسط برگ ساخته می شود و به منبع مصرف که میوه و قسمت‌های رویشی گیاه هست منتقل می شود و به دنبال این تغییرات عملکرد، خندانی و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه پسته افزایش می‌یابد که یکی از دلایل افزایش عملکرد و بهبود رشد رویشی و زایشی پسته با کاربرد هیومیک اسید در این پژوهش دلایل ذکر شده بوده است (Ferguson *et al*., 2005; Taghizadeh-Alisaraei *et al*., 2017). علاوه بر این کاربرد هیومیک اسید، بعنوان کود آلی، هیچ آسیب زیست محیطی و یا تغذیه‌ای ندارند به نظر می‌رسد امکان مصرف توام این کودها یک راه حل مناسب جهت دستیابی به حداکثر عملکرد پایدار باشد (Shahbazi *et al*., 2015). محلول‌پاشی اسید هیومیک در لوبیا موجب افزایش ۱۶ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد که علت آن، افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه در تیمارهای اسید هیومیک بیان گردیده است (Jahan *et al*., 2013)که نتایج حاصل از پژوهش حاضر را تایید می نمایند.

اسیدهیومیک جذب نیترات و فعالیت آنزیم ATPآز را در غشاء پلاسمایی سلول‌ها افزایش داد و همچنین به سبب افزایش فتوسنتز و جذب عناصرغذایی بر میزان عملکرد دانه در ذرت افزوده شد (Pinton *et al*., 1999). اسیدهیومیک از طریق افزایش محتوای نیتروژن برگ‌ها و حفظ ماندگاری برگ‌ها سبب بهبود رشد، افزایش زیست توده تولیدی و ارتفاع بوته می شود (Ayas & Gulser, 2005). اسید هیومیک به علت خواص سایتوکینینی موجب به تاخیر انداختن تجزیه کلروفیل و پروتئین‌ها در برگ و پیری در گل‌ها می‌شود و این ترکیبات نیز در متابولیسم کربوهیدرات ها و انتقال آنها به جوانه‌های در حال رشد نقش اساسی دارند و از این طریق موجب افزایش میزان ماده خشک در گل‌ها و افزایش طول عمر آنها می‌شوند (Arteca, 1996)، که در پژوهش انجام شده روی پسته در این تحقیق نیز چنین نتایجی بدست آمده است.

همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که درصد خندانی با افزایش میزان اسید هیومیک افزایش و با افزایش مقدار اسید هیومیک درصد پوکی و درصد میوه‌های بدشکل کاهش یافت. در بررسی اثر انواع مختف اسید هیومیک بر خصوصیات کیفی و کمی پسته دریافتند که اسید هیومیک به طور معنی‌داری باعث افزایش تعداد جوانه، سطح برگ، سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، مقاومت روزنه‌ای، فلورسانس کلروفیل و همچنین باعث کاهش معنی‌دار درصد پسته‌های پوک و تعداد پسته‌های ناخندان گردید (Afshari *et al.*, 2015). اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله افزایش متابولیسم درون سلول‌ها و همچنین بالا بردن میزان کلروفیل در برگ‌ها، سبب ماندگاری بیشتر برگ ها شده، در نتیجه بر میزان عملکرد تولیدی و زیست توده تولیدی در گیاهان آلی افزوده می‌شود (Nardi *et al.*, 2002). در آزمایش مشابه، اسید هیومیک عملکرد بیولوژیک بادام‌زمینی را افزایش داد (Moraditochaee, 2012) زیرا، سطح برگ، به عنوان دریافت‌کننده نور خورشید و عضو فتوسنتز کننده، عاملی تأثیرگذار در سرعت رشد و عملکرد گیاهی محسوب می‌شود (Singer *et al.*, 2004) که این نیز یکی دیگر از دلایل افزایش عملکرد پسته با کاربرد هیومیک اسید طی این آزمایش است. استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی و افزایش تولید محصوالت زراعی و باغی می‌شود، که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است (Harper *et al.*, 2000). کاربرد برگی و خاکی اسید هیومیک با غلظت ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر در گیاه فلفل با افزایش میانگین وزن میوه، عملکرد کل را افزایش داد (Karakurt *et al.*, 2009). کاربرد برگی اسید هیومیک با غلظت سه گرم در لیتر منجر به افزایش رشد گیاه، میوه بستن و بهبود تولید میوه خیار گردید (El-Nemr *et al.*, 2012). نتایج تحقیقات نشان داد که تیمار ۲۰ میلی‌لیتر در لیتر اسید هیومیک بر رشد رویشی، تعداد گل و میوه گوجه‌فرنگی تأثیر مثبت داشته و عملکرد را افزایش داد (Yildirim, 2007). عشقی و گاراژیان در رقم پاروس تـوت‌فرنگـی نشان دادند که کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول‌پاشی (در غلظت‌های ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی‌گرم در لیتـر) باعـث افـزایش وزن خشک شاخساره و ریشه شد (Eshghi & Gharazhian, 2015) که با نتایج این پژوهش همسو است.

نتیجه‌گیری

به طور کلی محلولپاشی با اسید هیومیک در دو مرحله ۳۰ و ۴۵ روزبعد از تمام گل، سبب بهبود ویژگی‌های زایشی، رویشی و کیفی میوه پسته رقم اکبری شدند. زیرا کاربرد اسید هیومیک با افزایش سطح برگ، رشد رویشی و زایشی را بهبود می‌بخشند. افزایش میزان عملکرد و وزن میوه در هر دو زمان تیماردهی، با زیاد شدن غلظت اسید هیومیک تا ۱۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شده است

بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، اسید هیومیک به صورت تجاری به جهت افزایش عملکرد و وزن میوه، در بسیاری از محصولات باغبانی، می‌تواند مورد توجه قرار گیرد .

منابع

Abedini, T., Moradi,P and Hani, A. (2015). 'Effect of organic fertilizer and foliar application of humic acid on some quantitative and qualitative yield of Pot marigold'. Journal of Novel Applied Sciences, 4 (10): 1100-1103.

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.

Arteca, R. N. (1996). Plant Growth Subsances: Principle and Applications. Chapman and Hall. New Yourk.

Afshari, H., PourAli, M., Sajedi, S., and HokmAbadi, H. (2015). The effect of different types of humic acid on quantitative and qualitative characteristics Pistachio AbbasAli variety. Journal of Plant Physiology Environment, 37: 83-72.

Azizi, M., and Safaei, Z. (2017). The effect of foliar application of humic acid and nano fertilizer (Pharmks®) on morphological traits, yield, essential oil content and yield of Black Cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Horticulture Science, 30(4): 671-680.

Ayas, H., and Gulser, F. (2005). The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. Journal of Biological Sciences, 5(6): 801-804.

Chen, Y., and Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. In P. MacCarthy et al. (ed). Humic substances in substances in soil and crop science. P. 161- 186.

Castagno, L. N., Estrella, M. J., Grassano, A., and Ruiz, O. A. (2008). Biochemical and molecular characterization of phosphate solubilizing bacteria and evaluation of its efficiency promoting the growth of Lotus tenuis. Lotus Newsletter, 38(2):53- 56.

Cangi, R., Tarakcioglu, C., and Yasar, H. (2006). Eff ect of humic acid applications on yield, fruit characteristics and nutrient uptake in Ercis grape (*Vitis vinifera* L.) cultivar. Asian Journal of Chemistry, 18: 1493-1499.

Dursun, A., Guvenc, I., and Turan, M. 2002. Effect of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. ACTA Agrobotanica, 56: 81-88.

Eshghi, S., and Gharazhian, M. (2015). Improving growth, yield and fruit quality of strawberry of foliar and soil drench applications of humic acid. Iran Agricultural Research, 34(1): 14–20

El-Nemr, M. A., El-Desuki, M., El-Bassiony, A. M., and 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 and Applied Sciences 6: 630-637.

El-Bassiony, A.M., Fawzy, Z. F., Abd El-Baky, M. M. H., and Mahmoud, A. R. (2010). Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 6(2): 169-175.

Ferguson, L., Beede, R. H., Freeman, M. W., Haviland, D. R., Holtz, B. A., and Kallsen, C. E. (2005). Pistachio Production Manual, 4th ed. Fruit and Nut Research and Information Center, University of California. P: 480.

Giasuddin, A. B. M., Kanel, S., and Choi, H. (2007). Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. Journal Environment Science Technology, 41(6): 2022-2027.

Harper, S. M., Kerven, G. L., Edwards, D. G., and Ostatek-Boczynski, Z. (2000) Characterisation of fulvic and humic acids from leaves of Eucalyptus camal-dulensis and from decomposed hay. Soil Biology and Biochemistry, 32: 1331-1336.

Jahan, M., Sohrabi, R., Doayee, F., and Amiri, M. B. (2013). Effect of super absorbent water application in soil and humic acid foliar application on some agroecological characteristics of bean *phaseolus vulgaris* L. in mashhad. Journal of Agroecology, 3(2):71-90.

Khaled, H., and Fawy, H. A. (2011). Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth and soil properties under conditions of salinity. Soil and Water Research, 6: 21-29.

Karakurt, Y., Unlu, H., Unlu, H., and Padem, H. (2009) The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science, 59: 233-237.

Liu, C. and Cooper, R.J. (2000) Humic Substances Influence Creeping Bentgrass Growth. Golf Course Management, 49-53.

Moraditochaee, M. (2012). Effects of humic acid foliar spraying and nitrogen fertilizer management on yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Iran. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 7(4): 289-293.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology Biochemistry, 34: 1527–1536.

Ozdamar ullu, 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(13): 2800-2803.

Panuccio, M. R., Muscolo, A., and Nardi, S. (2001). Effect of humic substances on nitrogen uptake and assimilation in two species of pinus. Journal Plant Nutrition, 24:693–704.

Panahi, B., Esmaeilpour, A., Farbod, F., Moazzenpour Kermani, M., and Farivar Mahin, H. (2001). Pistachio guideline. Agriculture Education Publication, Karaj, Iran, pp: 147.

Pinton, R., Cesco, S., Lacolettig, G., Astolfi, S. and Varanini, Z. (1999). Modulation of NO^{3-}uptake by water–extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H^{+}ATPse. Plant Soil, 215: 155-161.

Pizzeghello, D., Nicolini, G., and Nardi, S. (2001). Hormone-like activity of humic substances in Fagus sylvaticae forests. New Phytologist, 51:647-657.

Rafeii, S. and Pakkish, Z. (2014). Improvement of Vegetative and Reproductive Growth of 'Camarosa' Strawberry: Role of Humic Acid, Zn, and B. Agriculturae Conspectus Scientificus, 79: 239-244.

Samavat, S. and Malakuti, M. (2005). Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality of agriculture productions. Water and Soil Researche, 463: 1-13

Singer, J. W., Kohler, K. A., Liebman, M., Richard, T. L., Cambardella, C. A., and Buhler, D. D. (2004). Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. Agriculture Journal, 96: 531-53.

Shahbazi, S.H., Fateh, E., and Aynehband, A. (2015). Evaluation of the effect of humic acid and vermicompost on yield and yield components of three wheat cultivars in tropical regions. Journal of Plant Production, 38(2): 99-110.

Tourfi, F. and Shokuhfar, A. (2019). Effect of humic acid on yield, yield components and physiological parameters of wheat in deficit irrigation conditions. Journal of Plant Production Science, 9:121-132.

Taghizadeh-Alisaraei, A., Alizadeh Assar, H., Ghobadian, B., and Motevali, A. 2017. Potential of biofuel production from pistachio waste in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 72: 510–522.

Zhang, X. Z., and E. H. Ervin. (2004). Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. Crop Science, 5:1737-17.

Yildirim, E. (2007) Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 57: 182-186.

Application of humic acid on improving the vegetative and reproductive growth of pistachio cultivar Akbari

Z. Pakkish[1], H. Asghari[2], s. Mohammadrezakhani[3*]

Received: 2020.12.6
Accepted: 2021.4.24

Abstract

In this study, the effect of humic acid with concentrations of 50 and 100 mg/L in two stages 30 and 45 days after flowering, were sprayed on pistachio trees of Akbari cultivar. The results showed that the highest leaf area, length and branch diameter were related to pistachio trees with 100mg/L humic acid in 30 days after full flowering stage. The lowest percentage of hollow was observed in fruits treated with humic acid 50 mg /L. The highest cluster weight and number of fruits per cluster was observed in trees treated with humic acid 100 mg /L. The highest cluster weight and number of fruits per cluster was observed in trees treated with humic acid 100 mg /L. Increased yield and fruit weight in both treatments were observed with increasing humic acid concentration up to 100 mg/L. The percentage of deformed fruits in control fruits increased in both stages of foliar application compared to fruits treated with humic acid.

Key words: Humic acid, Pistachio, Yeild

---

1 Associate Professor Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2Master Sciences, Kerman Agriculture and Natural Resources Research Center, Kerman, Iran
3Former Ph.D. student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, East Azerbaijan, Iran
(*Smohammadrezakhani@yahoo.com)