نشریه علمی ترویجی فناوری گیاهان دارویی ایران
دوره۴- شماره ۱- پیاپند ۶- بهار و تابستان ۱۴۰۰

بررسی اثر اسیدفولویک و اسیدهیومیک بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در مراحل مختلف برداشت برگ گیاه صبر زرد گونه باربادنسیس (*Aloe barbadensis*)

Effect of Fulvic Acid and Humic Acid on Some Morphological and Phytochemical Traits in Different Harvest Stages of *Aloe barbadensis* Leaf

خدایار همتی *[1]، نسترن همتی [2]، مهرنوش کریمی [3]

۱. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ، (نگارنده مسئول)
۲. دکتری گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۳. کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۶ - شناسهٔ برنمود رقمی:10.22092/mpt.2022.357143.1089

چکیده

همتی، خ.، همتی، ن.، کریمی، م.، . بررسی اثر اسیدفولویک و اسیدهیومیک بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در مراحل مختلف برداشت برگ گیاه صبر زرد گونه باربادنسیس *(Aloe barbadensis)*
نشریه علمی ترویجی فناوری گیاهان دارویی ایران، دوره ۴ - شماره ۱- پیاپند ۶- بهار و تابستان ۱۴۰۰ صفحه: ۸۳-۶۷

گونه باربادنسیس یکی از ۲۵۰ گونه جنس آلوئه است و کاربرد فراوان در صنایع دارویی آرایشی غذایی و نوشابه ای دارد. هدف از این تحقیق بررسی اثر غلظت های مختلف اسیدهیومیک و اسید فولویک بر صفات مورفوفیتوشیمیایی گونه باربادنسیس در مراحل مختلف برداشت بوده است. این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه کاملا تصادفی در سه تکرار انجام گردید. تیمارها شامل اسید فولویک (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر)، اسید هیومیک (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) و مراحل مختلف برداشت (روز ۳۰ ام، ۴۰ ام و ۵۰ ام) بود. صفات اندازه گیری شده شامل طول و قطر برگ، درصد ژل، وزن تر و و وزن خشک، درصد پوست برگ، کل مواد جامد محلول، فنل کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی اکسیدانی و ویتامین ث بوده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد تیمارها بر صفات اندازه گیری شده اثر معنی داری داشته است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی (۶۳/۲ درصد) در تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید فولویک در برداشت سوم (روز پنجاهم) مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان ویتامین ث (۳/۶ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر) در تیمار ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم اسید هیومیک در برداشت اول و دوم (روز سی ام و چهلم) تولید گردید. نتایج پژوهش نشان داد که اسیدفولویک اثر مثبتی بر صفات فنل کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی اکسیدانی داشت و اسید هیومیک نیز تاثیر مثبت و معنی داری بر عملکرد گیاه داشت و اندازه برگ و میزان ژل برگ را افزایش داد. به‌طورکلی، نتایج بیانگر تأثیر مثبت اسید فولویک و اسیدهیومیک بر عملکرد و صفات بیوشیمیایی گیاه صبر زرد گونه باربادنسیس بود.

واژه های کلیدی: کود آلی، مراحل برداشت، مورفوفیتوشیمیایی، آلوئه باربادنسیس، فعالیت آنتی اکسیدانی

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: kh_hemmati@gau.ac.ir

مقدمه:

گیاهان دارویی به گستره وسیعی از گیاهان اطلاق می‌شود که حاوی مواد موثره مشخص بوده و در درمان بیماری و یا در پیشگیری از بروز آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. بی‌شک توسل به گیاهان دارویی، کهن‌ترین رهیافت بشر برای درمان بیماری‌ها بوده است و در خلال توسعه تمام تمدن های بشری همواره ارتباطی تنگاتنگ بین آدمی و گیاه وجود داشته است (Rodríguez *et al*., 2007). صبر زرد[1] یکی از گیاهان دارویی و زینتی مهم است که امروزه بسیار مورد استفاده قرار می گیرد. این گیاه حداقل دارای سه اسید چرب با خاصیت ضد التهابی است که برای معده، روده کوچک و روده بزرگ مفید است (Renato *et al*., 2003). ویتامین های آن عبارت اند از ویتامین C ، B12 ، B6 ، B2 ، B1 ، E و مواد معدنی کلسیم، منزیم، منگنز، سدیم، روی، مس وکروم را دارا می باشد (Minjares *et al*., 2017).

با توجه به توسعه کشاورزی پایدار در جهان و ایران استفاده از نهاده های غیر شیمیایی در اولویت می باشد. کشاورزی ارگانیک شیوه‌ای از تولید محصولات کشاورزی، دامی و الیافی است که در آن از مصرف نهاده‌های شیمیایی مصنوعی همچون آفت‌کش‌ها، کود، تنظیم‌کننده‌های رشد و افزودنی‌های خوراک دام اجتناب می‌شود. کشاورزی ارگانیک مبتنی بر مدیریت تولید مناسب است که باعث تقویت و توسعه سلامت اکوسیستم‌های زیستی، چرخه‌های زیستی و فعالیت بیولوژیکی خاک می‌شود. در این روش سعی بر آن است که از نهاده‌های داخل مزرعه استفاده گردد و از نهاده‌های بیرونی استفاده‌ای نشود (Abdolahzareh *et al*., 2013). کشت ارگانیک گیاهان دارویی، کیفیت آن‌ها را تضمین می‌کند، به طوری که احتمال اثرات منفی روی کیفیت دارویی و عملکرد آن‌ها را کاهش می‌دهد. لذا بسیاری از شرکت‌های تولید کننده داروهای گیاهی، ترکیبات گیاهی را که از طریق کشت یا بیودینامیک تولید شده باشند، ترجیح می‌دهند (Nandwani, 2016). برخلاف کشاورزی رایج، در کشاورزی ارگانیک گازهای گلخانه‌ای کاهش می‌یابند زیرا مواد کربنی در عمق خاک حبس می‌شوند. تحقیقات نشان داده است که در کشاورزی ارگانیک ۵۰٪ کمتر از انرژی نسبت به کشاورزی رایج مصرف می‌شود (Hasanzadeh, 2013). نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که محصولات ارگانیک دارای ویتامین ث و کیفیت پروتئین بیشتر و نیترات کمتری نسبت به محصولات غیر ارگانیک می‌باشد که ورود مواد آلی به خاک باعث افزایش عناصرغذایی به خاک و قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه، افزایش تعادل نیتروژن و کارایی جذب فسفر می‌شود (Fátima Cardoso, 2015). هم‌چنین کود دامی در بهبود خلل و فرج خاک، افزایش تحمل گیاه به فلزات سنگین موثر است. محققین گزارش نمودند که افزودن ترکیبات ارگانیک مختلف به خاک باعث پیشرفت مشخصی در عملکرد، رشد و ترکیبات شیمیایی گیاهان دارویی و معطر نعناع فلفلی (Qasemi, 2009)، ریحان (El-Naggar *et al*., 2015) و بابونه (Salehi *et al*., 2016) گردید. سلامت خاک یکی از ارکان کشاورزی ارگانیک می‌باشد. هر نوع عملیات مدیریتی که سبب افزایش فعالیت میکروب‌های مفید خاک شود در افزایش حاصلخیزی خاک و تولید محصول با کیفیت برتر

[1] *Aloe vera*

موثر می‌باشد. سلامت تمامی موجودات مثل انسان، حیوان و گیاه به سلامت خاک بستگی دارد. توجه صحیح به حاصل خیزی خاک در کشاورزی ارگانیک یکی از کلیدهای مهم در رسیدن به کشاورزی پایدار است (Hang *et al*., 2009).

قسمت اعظمی از هوموس خاک که شامل موادی با ساختار پیچیده و گروه‌های عاملی گوناگون می‌باشد، به دلیل وزن نسبتا بالا و درشت بودن مواد هوموسی، علاوه بر نقش تغذیه‌ای در بهبود ساختمان خاک و سایر خصوصیات فیزیکی خاک نیز نقش بسزایی دارند (Hasanzadeh, 2013). هوموس خاک از دو بخش هیومیکی و غیر هیومیکی تشکیل شده که بخش هیومیکی خودش از سه جزء اسید هیومیک، اسیدفولویک و هیومین تشکیل شده است، اسیدفولویک به مقدار کمی در اثر فعالیت میلیون‌ها باکتری مفید تجزیه کننده بقایای گیاهی در شرایط هوازی ایجاد می‌شود. اسیدفولویک وزن مولکولی کم و فعالیت بیولوژیکی بالا دارد (Omidbeigi, 2005). استفاده از این ترکیبات جایگزینی برای استفاده از مواد شیمیایی مضر و آلوده کننده شده است. این تحقیق با توجه به اهمیت گیاه صبر زرد گونه باربادنسیس و کاربرد آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی، بهداشتی و غیره و پرورش آن با استفاده از کودهای زیستی (ارگانیک) و ارزش اقتصادی آن اجرا شده است.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر اسید فولویک و اسیدهیومیک بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در مراحل مختلف برداشت گیاه آلوئه ورا باربادنسیس تحقیقی به صورت کشت گلدانی در گلخانه و آزمایشگاه دانشکده تولیدگیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. این طرح در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. دراین تحقیق هر نشاء گیاه آلوئه ورا با طول ۳۰ سانتی متر و دارای ۴ برگ درون گلدان سایز ۱۰ در بهمن سال ۹۷ کشت شد. خاک گلدان‌ها مخلوطی از خاک معمولی، پرلیت و خاک برگ به نسبت ۲:۱:۱ بود. گلدان‌ها در شرایط گلخانه نگهداری شدند و برداشت اول نمونه ها ۳۰ روز پس از محلول دهی، برداشت دوم ۴۰ روز و برداشت سوم ۵۰ روز پس از محلول دهی بود. تیمارها شامل اسید فولویک (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر)، اسید هیومیک (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) در سه مرحله برداشت بوده است.

اندازه گیری صفات مورفولوژی

برای اندازه‌گیری طول برگ از خط‌کش، برای اندازه‌گیری ضخامت برگ از کولیس و برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک از ترازو استفاده شد. همچنین گیاهان بعد از برداشت در دمای محیط، سایه خشک گردیدند. سپس با استفاده از آسیاب پودر و آماده عصاره گیری شدند (Eisapour *et al*., 2020).

اندازه گیری صفات بیوشیمیایی

به منظور اندازه‌گیری فنل‌کل، فلاونوئیدکل، فعالیت آنتی اکسیدانی، مقدار یک گرم از هر نمونه پودر شده و در محلول متانول (۱:۱۰) به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر قرار داده شد و پس از صاف شدن فاکتورهای مورد نظر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Karimi *et al*., 2021).

برای اندازه‌گیری فنل، از روش به کار برده شده توسط Alam و همکاران (۲۰۱۴) استفاده گردید.

برای تهیه‌ی محلول شاهد به جای عصاره متانولی برگ از متانول ۸۰ درصد استفاده گردید و مابقی مراحل همانند روش فوق الذکر بود. از نمونه‌ی شاهد برای کالیبره نمودن دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV/VIS ۲۸۰۰) در طول موج ۷۶۵ نانومتر استفاده گردید. با استفاده از منحنی کالیبراسیون اسید گالیک و معادله ی به‌دست آمده میزان فنل‌کل بر حسب اکی والان اسید گالیک در یک گرم عصاره خشک گیاهی محاسبه گردید (Alam *et al*, 2014).

برای اندازه‌گیری فلاونوئید کل از روش کالری متری آلومنیوم کلراید استفاده گشت (Slinkard and Singleton, 1997). برای تهیه ی شاهد نیز بجای عصاره متانولی از متانول خالص استفاده شد و مابقی مراحل شبیه مراحل ذکر شده بود. مخلوط به دست آمده برای مدت ۳۰ دقیقه در شرایط تاریک نگهداری شد و پس از طی مدت زمان لازم بلافاصله توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ۲۸۰۰ UV/VIS) و در طول موج ۴۱۵ نانومتر میزان جذب اندازه‌گیری شد. برای محاسبه‌ی میزان واقعی فلاونوئید با رجوع به منحنی استاندارد کوئرستین و بهره‌گیری از معادله بدست آمده و جای‌گذاری اعداد قرائت شده، میزان واقعی فلاونوئید کل بدست آمد.

اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی

برای محاسبه فعالیت آنتی اکسیدان از روش Ebrahimzadeh و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد. نمونه‌های آماده شده توسط دستگاه اسپکترفتومتر (مدل UV/VIS ۲۸۰۰) در طول موج ۵۱۷ نانومتر میزان جذب قرائت شد. بدین‌منظور ابتدا دستگاه توسط متانول ۸۰ درصد کالیبره شد و سپس اقدام به قرائت نمونه‌ی شاهد و مابقی نمونه‌ها اقدام شد. اعداد قرائت شده با استفاده از معادله زیر محاسبه‌ی قدرت مهار رادیکال DPPH محاسبه گردیدند.

فرمول

اندازه گیری ویتامین ث

اندازه‌گیری ویتامین ث با روش تیتراسیون انجام شد. انجام تیتراسیون با استفاده از محلول تیوسولفات سدیم در محیط اسیدی درحضور معرف نشاسته صورت پذیرفت. نقطه پایان تیتراسیون با بی رنگ شدن (از رنگ بنفش پررنگ اولیه) مشخص گردید. محاسبه میزان ویتامین ث با در دست داشتن مول ید تیتر شده با محلول تیوسولفات سدیم انجام پذیرفت. از تعداد مول‌های ید، تعداد مول‌های ویتامین ث تعیین و با توجه به حجم ژل اولیه، تعداد مول اسیداسکوربیک (ویتامین ث) در لیتر محاسبه شد (Vega-Gálvez *et al*., 2008).

اندازه گیری مواد جامد محلول

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول تکه‌ای از ژل هر برگ بریده شد و توسط دستگاه رفراکتومتر (مدل ABBE) اندازه‌گیری شد (Nguyen *et al*., 2020).

تجزیه و تحلیل داده ها با نرم افزارSAS (ورژن ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها با LSD و ترسیم نمودارها با Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک و عملکرد

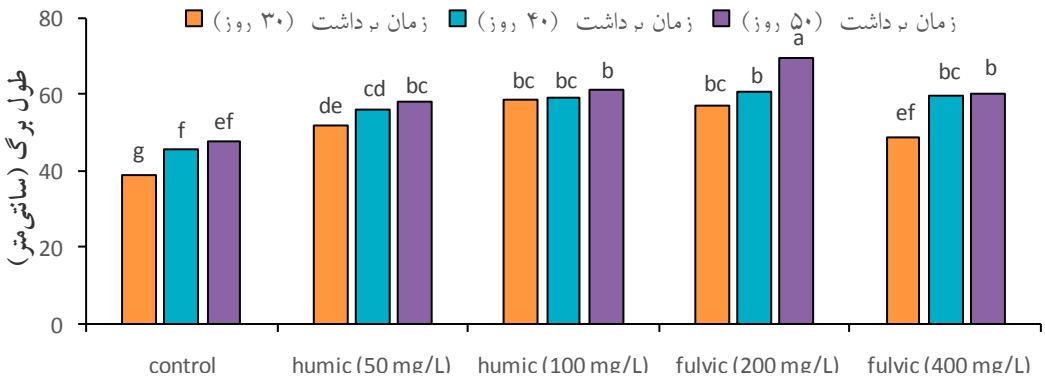
نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که استفاده از اسیدهیومیک و اسیدفولویک و زمان برداشت، بر تمام صفات اندازه‌گیری شده در سطح ۱٪ اثر معنی داری داشت (جدول ۱).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین (شکل۱)

جدول۱- تجزیه واریانس برخی از اجزای عملکرد تحت تاثیر تیمارهای مختلف اسید هیومیک و اسید فولویک در طی زمان های مختلف برداشت

منابع تغییرات	درجه آزادی (DF)	طول برگ	ضخامت برگ	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	مقدار ژل برگ
اسید هیومیک و فولویک (a)	۴	۱۷۶۵/۰۹**	۳/۲۸**	۳۸۳۷۹/۸۵**	۰/۸۸**	۱۱۱۴۵/۱۱**
زمان برداشت (b)	۲	۱۵۳/۶۱**	۱۰/۱۰**	۱۹۲۰۵/۲۱**	۴/۲۹**	۴۰۳۸/۴۴**
b × a	۸	۵۴۱/۲۸*	۴/۰۳**	۴۲۱۲۹/۰۶**	۰/۵۵**	۲۶۰۹/۴۶**
خطا	۳۰	۷/۳۷	۰/۱۸	۱۱۳۸/۵۱	۰/۱۷	۵۵۴/۹۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۴/۸۸	۲۶/۳۷	۱۴/۴۹	۲۶/۳۵	۱۴/۳۸

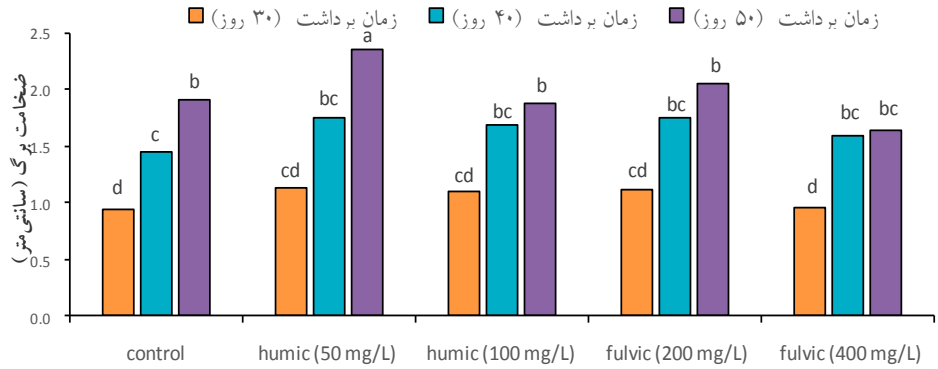
** اختلاف معنی دار در سطح ۱٪، * اختلاف معنی دار در سطح ۵٪، $^{n.s}$ عدم وجود اختلاف معنی داری



شکل ۱- اثرات متقابل اسید هیومیک و اسید فولویک در زمان های مختلف برداشت بر طول برگ گیاه *Aloe barbadensis*

بلندترین طول برگ (۶۸ سانتی متر) مربوط به نمونه ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر فولویک اسید در روز پنجاهم و کوتاه‌ترین طول برگ (۴۲ سانتی متر) مربوط به نمونه شاهد در روز سی‌ام بود. تمامی تیمار ها باعث افزایش طول برگ نسبت به شاهد گردیدند و هر چه گیاه زمان بیشتری برای رشد داشت (برداشت سوم)، طول برگ آن نیز بیشتر شد. اسیدهیومیک بر طول گیاه تاثیر دارد. در پژوهشی نشان داده شد که بیشترین طول برگ به‌ترتیب مربوط به تیمار ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک و ۱ گرم در لیتر اسید فولویک بوده است (Abaszadeh Faruji *et al.*, 2018). Kandil و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی محلول پاشی اسید فولویک و نانوذرات NPK بر گیاه چغندر قند گزارش کردند استفاده از نانوذرات NPK و اسید فولویک به طور قابل توجه‌ی طول ریشه، قطر ریشه، وزن ریشه و نسبت ریشه به ساقه گیاه چغندرقند را افزایش دادند. و اثر متقابل این تیمارها منجر به بیشترین مقادیر عملکرد ریشه، عملکرد اندام هوایی، عملکرد بیولوژیکی و کیفیت چغندرقند شد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ضخامت برگ (۲/۳ سانتی متر) در غلظت۵۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک در روز پنجاهم بود. همچنین کمترین ضخامت برگ (۰/۸ سانتی متر) در غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید فولویک در روز سی ام بود (شکل ۲).Yadollahi و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند مصرف اسید هیومیک باعث افزایش ضخامت برگ گیاه صبر زرد می شود که

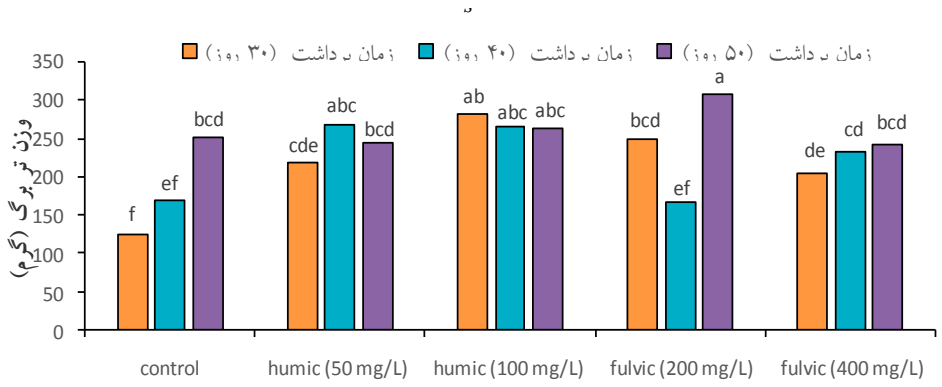


شکل ۲- اثرات متقابل اسید هیومیک و اسید فولویک در زمان های مختلف برداشت بر ضخامت برگ گیاه *Aloe barbadensi*

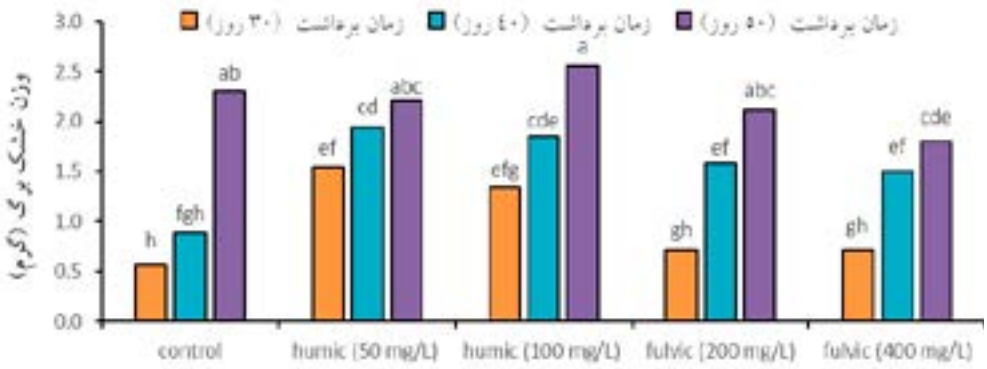
نتایج آن ها با نتایج این پژوهش هم سو بود. El-Borai و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که تیمار اسید فولویک اثر مثبتی بر افزایش رشد رویشی گیاه انگور داشت. اثر مفید اسید فولویک بر طول اندام هوایی، سطح برگ و کلروفیل کل برگ می تواند به دلیل وزن کم مولکولی آن باشد. این اسید دارای ظرفیت لازم برای تولید کمپلکس با مواد معدنی و عناصر است که باعث متحرک شدن ترکیبات می شوند و کمپلکس‌های فولویک معمولاً ۷۰ یا تعداد بیشتر عنصر معدنی را با خود حمل می‌کنند (Canellas *et al*., 2015).

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان وزن تر برگ (۳۰۲ گرم) در غلظت ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اسیدفولویک در برداشت سوم (روز پنجاهم) بود و کمترین میزان وزن‌تر برگ (۱۲۵ گرم) در نمونه‌های شاهد در روز سی‌ام مشاهده گردید (شکل۳). همچنین بیشترین وزن خشک برگ (۲/۷ گرم) در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک در روز پنجاهم و کمترین وزن خشک برگ (۰/۶ گرم) در نمونه‌های شاهد در روز سی ام بود (شکل۴). بیشترین مقدار ژل برگ (۲۰۳ گرم) در غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک در روز پنجاهم و کمترین مقدار وزن ژل برگ (۷۳ گرم) در نمونه‌های شاهد در روز سی‌ام مشاهده شد (شکل ۵).

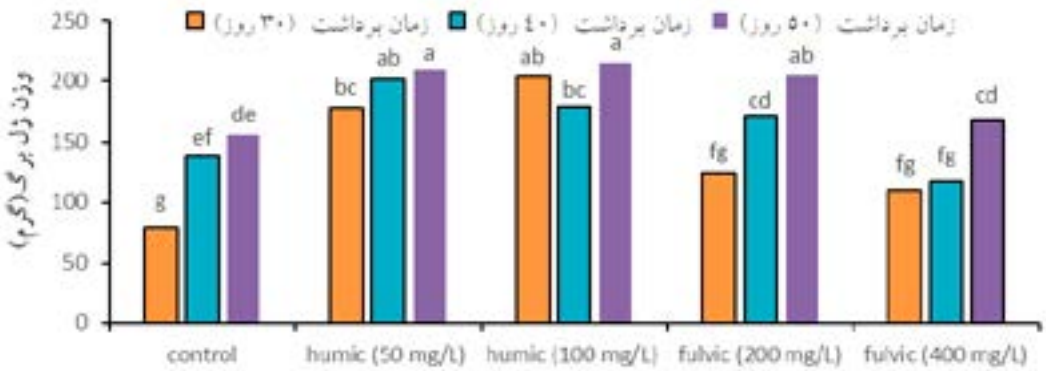
بر اساس پژوهشی که در این ارتباط انجام شد، مشخص گردید که اسیدهیومیک می‌تواند تاثیر بسیار مثبتی بر فیزیولوژی گیاه داشته باشد و باعث توسعه ریشه و ریشه‌های جانبی گردد (Chang *et al*., 2002). نتایج پژوهش Abdel-Baky و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهد که کاربرد اسید فولویک باعث افزایش تمام صفات رویشی (یعنی ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌ها و برگ‌ها و وزن خشک کل/بوته، سطح برگ و شاخص سطح برگ، وزن ویژه برگ و سرعت رشد محصول) در گیاه باقلا می شود (Abdel-Baky *et al*., 2019). محققین بسیاری افزایش وزن تر برگ را در نتیجه کاربرد مواد هیومیکی تایید کردند (Rahi *et al*., 1997). اسیدفولویک به دلیل کلات‌کنندگی عناصر غذایی (سدیم، پتاسیم، منگنز، روی، کلسیم و آهن) قابلیت استفاده از این عناصر را برای گیاه افزایش داده و سبب ظهور افزایش رشد ریشه‌ها و برگ گیاه می‌گردد (Natsun, 2019). El-Borai و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که محلول پاشی اسید فولویک



شکل ۳- اثرات متقابل اسید هیومیک و اسید فولویک در زمان های مختلف برداشت بر وزن تر برگ گیاه *Aloe barbadensis*



شکل۴- اثرات متقابل اسید هیومیک و اسید فولویک در زمان های مختلف برداشت بر وزن خشک برگ گیاه *Aloe barbadensis*



شکل۵- اثرات متقابل اسید هیومیک و اسید فولویک در زمان های مختلف برداشت بر وزن ژل برگ گیاه *Aloe barbadensis*

اثرات مثبت غیرقابل جایگزینی بر افزایش عملکرد، ویژگی های فیزیکی خوشه و حبه‌های انگور دارد. Chen و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که مواد اسید فولویک اثرات متفاوتی بر روی گیاهان دارد. همچنین شواهدی مبنی بر تحریک رشد گیاه توسط مواد هیومیک با تأثیر بر مکانیسم‌های دخیل در تنفس، فتوسنتز، سنتز پروتئین، آب و جذب مواد مغذی، بالاترین مقدار عملکرد وجود دارد.

مواد جامد محلول ژل و صفات بیوشیمیایی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان دادند تیمارهای مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر مواد جامد محلول ، فلاونوئید و آنتی اکسیدان در سطح ۵٪ و فنل کل و ویتامین ث در سطح ۱٪ معنی‌دار دارند (جدول ۲) .

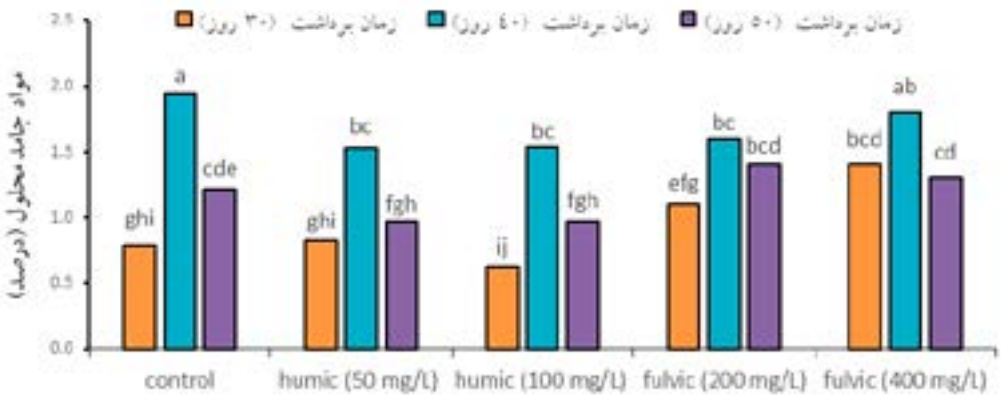
بیشترین میزان مواد جامد محلول (۱/۸٪) در نمونه‌های شاهد در برداشت دوم (روز چهلم) بود و کمترین میزان مواد جامد محلول (۰/۷٪) در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک مشاهده شد. بر اساس نتایج می توان گفت نمونه‌های برداشت شده در روز چهلم دارای بیش ترین میزان مواد جامد محلول بودند و تیمار اسید فولویک ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر تاثیر مثبت بیش‌تری بر میزان مواد جامد محلول نسبت به تیمارهای دیگر داشته است (شکل ۶). با توجه به این که فعالیت فتوسنتزی با کاربرد مواد هیومیکی افزایش پیدا می کند فعالیت فتوسنتزی بیشتر می تواند سبب افزایش مقدار مواد جامد محلول شود (Sarkar *et al*., 2020). Davarpanah و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند تغذیه برگی اسید هیومیک سبب افزایش میزان مواد جامد محلول در انار شده است. نتایج آزمایشی بر آلبالو نشان داد که اسید فولویک به طور معنی‌داری مواد جامد محلول را افزایش داده است (Farooq *et al*., 2016). در پژوهشی کاربرد اسید سالسیلیک و اسید هیومیک باعث افزایش میزان مواد جامد محلول و اسیدیته کل گوجه فرنگی گردید (Habibi Sharafabad *et al*., 2017).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها بیشترین میزان فنل‌کل (۲۵۸ میلی گرم در گرم) در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک در برداشت اول (روز سی‌ام) و کمترین میزان آن (۱۱۰ میلی گرم در گرم) در نمونه‌های شاهد مشاهده گردید. شکل ۷ نشان دهد اسید هیومیک محرک قوی‌تری در افزایش فنل‌کل نسبت به اسید فولویک بوده است.

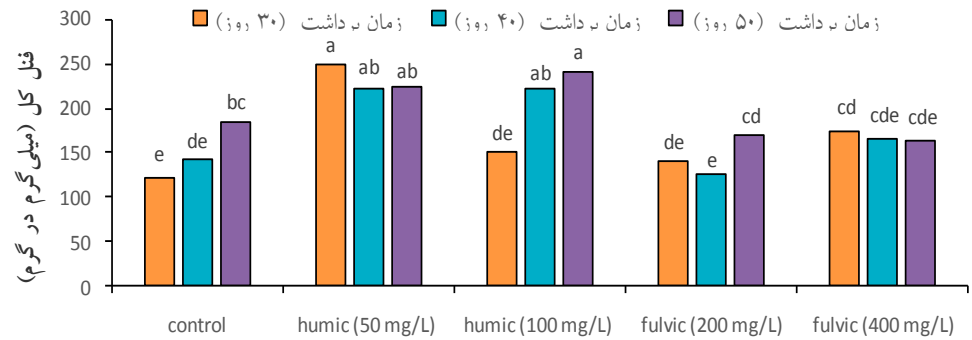
جدول ۲- تجزیه واریانس برخی از متابولیت های ثانویه تحت تاثیر تیمارهای مختلف اسید هیومیک و اسید فولویک در طی زمان های مختلف برداشت

منابع تغییرات	درجه آزادی (DF)	مواد جامد محلول	فنل کل	فلاونوئید	آنتی اکسیدان	ویتامین ث
اسید هیومیک و فولویک (a)	۴	۰/۳۱**	/۶۳** ۱۲۵۸۰	۱۱۶۴/۸۵**	۲۲۶/۷۰*	۵/۲۹**
زمان برداشت (b)	۲	۲/۱۰**	۳۵۶۳/۴۳**	۴۵۷/۵۱**	۲۰۷/۲۱*	۱/۴۵**
b × a	۸	۰/۰۸*	۲۱۷۸/۵۶**	۱۳۲/۶۷*	۱۸۴/۳۴*	۰/۷۹**
خطا	۳۰	۰/۰۲	۵۳۱/۴۲	۴۳/۶۷	۷۸/۲۴	۰/۰۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۳/۶۳	۱۲/۸۰	۱۶/۵۷	۱۸/۳۷	۱۴/۴۴

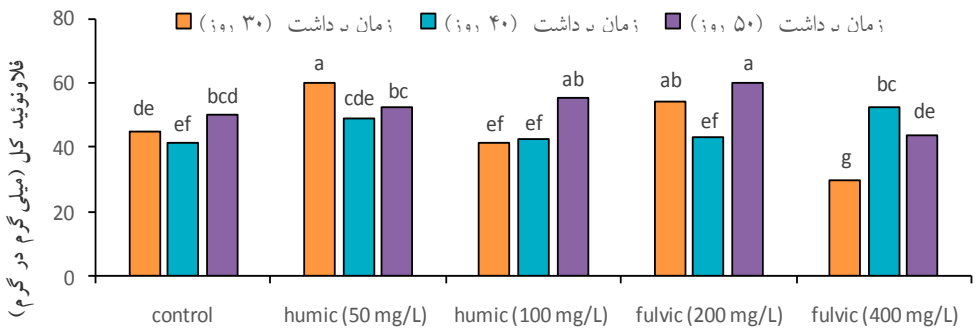
** اختلاف معنی دار در سطح ۱٪، * اختلاف معنی دار در سطح ۵٪، $^{n.s}$ عدم وجود اختلاف معنی داری



شکل۶- اثرات متقابل اسید هیومیک و اسید فولویک در زمان های مختلف برداشت بر میزان مواد جامد محلول ژل برگ گیاه *Aloe barbadensis*



شکل۷- اثرات متقابل اسید هیومیک و اسید فولویک در زمان های مختلف برداشت بر فنل کل ژل برگ گیاه *Aloe barbadensis*



شکل ۸- اثرات متقابل اسید هیومیک و اسید فولویک در زمان های مختلف برداشت بر فلاونوئید کل ژل برگ گیاه *Aloe barbadensis*

کاربرد کودهای آلی به‌دلیل افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی مخصوصاً کربن و نیتروژن موجب افزایش تولید ترکیبات فنلی می‌گردد (Vojudi *et al*., 2019). در پژوهشی نشان داده شد که استفاده از اسید هیومیک باعث افزایش فنل کل شد (Poozeshi *et al*., 2020). Aminifard و Ahmadi (۲۰۱۸) گزارش کردند که افزایش اسید فولویک باعث کاهش عملکرد کلاله خشک و کاهش فنل زعفران شد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. Xu و همکاران (۲۰۱۹) عنوان داشتند اسید فولویک باعث افزایش میزان فنل‌کل و فلاونوئید کل از طریق تحریک مسیر فنیل پروپانوئید می شود.

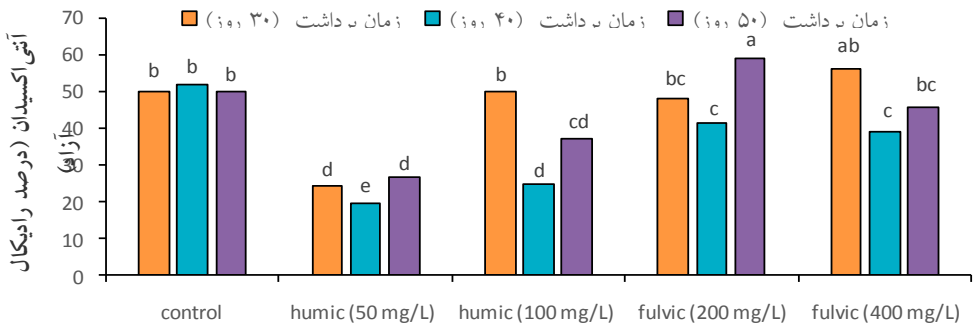
بیشترین میزان فلاونوئید کل (۶۰ میلی گرم در گرم) در غلظت ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اسیدفولویک در برداشت سوم (روز پنجاهم) و ۵۰ میلی گرم بر لیتر اسیدهیومیک در روز سی‌ام بود که این دو باهم تفاوت معنی‌داری نداشتند و کمترین میزان فلاونوئید کل (۳۲ میلی گرم در گرم) در غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید فولویک مشاهده شد (شکل ۸). آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز به عنوان اولین آنزیم در مسیر فنیل‌پروپانوئید موجب تبدیل فنیل‌آلانین می‌شود که این ترکیب A–کوماریل‌کوآنزیم– ۹ به پیش‌ساز فعال در تولید ترکیبات فلاونوئیدی است و از طرفی فنیل‌آلانین آمونیالیاز و کالون‌سینتاز هر دو در مسیر بیوسنتز آنتوسیانین‌ها استفاده می‌شوند (Brunetti *et al*., 2013)، لذا به‌نظر می‌رسد نهاده‌های اکولوژیک مورد مطالعه احتمالاً از طریق مکانیسم‌هایی نظیر انحلال ویتامین ها، ایزوآنزیم‌ها، هورمون‌ها و آنتی بیوتیک‌ها و افزایش مقاومت گیاه (Samavati and Malakouti, 2004) به تنش‌های محیطی (Marulanda *et al*., 2007) سنتز آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز را فعال کردند و در نتیجه منجر به افزایش میزان فلاونوئید می شوند.

میزان فعالیت آنتی اکسیدانی

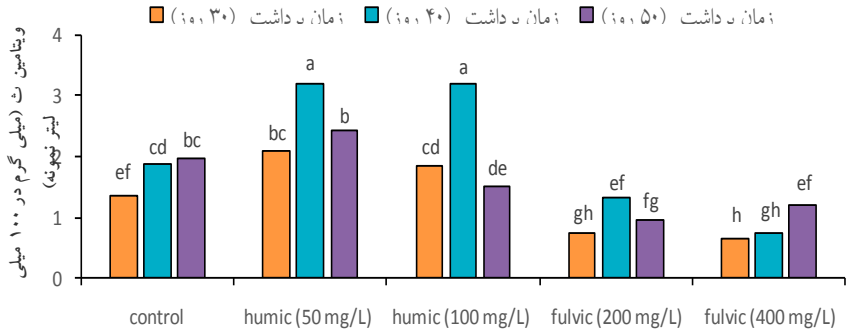
بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی (۶۴ درصد مهار رادیکال‌های آزاد) در غلظت ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید فولویک در برداشت سوم (روز پنجاهم) و کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۱۸درصد مهار رادیکال های آزاد) در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در روز چهلم مشاهده شد (شکل ۹). براساس نتایج استفاده از اسیدفولویک در برداشت اول و سوم باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گردیده است. Hasanzadeh و همکاران (۲۰۱۳) در آزمایشی اعلام داشتند کاربرد کودهای آلی و مواد شیمیایی بر درصد اسانس و فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه دارویی بادرنجبویه تاثیرگذار بوده است. Anari Anaraki و همکاران (۲۰۱۶) در محلول پاشی اسید هیومیک روی درختان انار در مراحل قبل از گلدهی، ۳۰ و ۶۰ روز پس از تشکیل میوه به این نتیجه دست‌یافتند که درختان تیمار شده میزان فنل‌کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری را نسبت به تیمار شاهد داشتند ولی روی مواد جامد محلول، اسیدیته قابل‌تیتر و آنتوسیانین تاثیر معنی‌داری مشاهده نکردند. Sun و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که اسید فولویک تحمل خشکی گیاه‌چای را با (۱) افزایش متابولیسم آسکوربات، (۲) بهبود متابولیسم گلوتاتیون و همچنین (iii) ارتقاء بیوسنتز فلاونوئیدها که به طور قابل توجهی فعالیت آنتی اکسیدانی چای را بهبود می بخشد، افزایش می دهد.

ویتامین ث

بیشترین میزان ویتامین ث (۳/۶ میلی گرم در



شکل ۹- اثرات متقابل اسید هیومیک و اسید فولویک در زمان های مختلف برداشت بر فعالیت آنتیاکسیدانی ژل برگ گیاه *Aloe barbadensis*



شکل ۱۰- اثرات متقابل اسید هیومیک و اسید فولویک در زمان های مختلف برداشت بر ویتامین ث ژل برگ گیاه *Aloe barbadensis*

۱۰۰ میلی لیتر نمونه) در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک در برداشت دوم (روز چهلم) و کمترین میزان ویتامین ث (۱/۸ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر نمونه) در غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید فولویک در روز سی‌ام مشاهده شد (شکل ۴-۱۰). میزان ویتامین ث، ۴۰ روز پس از اعمال تیمار اسید هیومیک در هر دو غلظت در بالاترین میزان قرار داشت. بر اساس نتایج Barzegar و همکاران (۲۰۱۸) اسید هیومیک ۳۰۰ میلی گرم در لیتر بیش ترین تاثیر را بر شاخص های رشدی گیاه و میزان ویتامین ث بامیه داشت. بیشترین میزان ویتامین ث آب‌میوه گوجه‌فرنگی (۱۱/۶۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه) در گیاهان تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالسیلیک به همراه ۱۰ گرم در لیتر اسید هیومیک، در مقایسه با گیاهان تیمار نشده (۷/۲۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه)، به‌دست آمد (Habibi Sharafabad *et al*., 2017).

در آزمایشی غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر گیاه توت فرنگی محلول‌پاشی شد نتایج نشان داد که در اثر استفاده از این ماده مقدار ویتامین‌ث افزایش یافت (Eshghi and Garazhian, 2015). Mozaffari و همکاران (۲۰۱۸) با محلول‌پاشی اسید فولویک به عنوان یک کود آلی ارگانیک عنوان داشتند این ماده باعث افزایش میزان مواد جامد محلول، ویتامین ث، قندهای محلول میوه و همچنین ظرفیت پاداکسندگی میوه و پتاسیم برگ میوه انگور شد.

یافته های ترویجی

نتایج این پژوهش نشان داد زمان برداشت می‌تواند در عملکرد گیاه و میزان متابولیت‌های ثانویه آن تاثیرگذار باشد ولی الگوی ثابتی را

نمی‌توان برای تمام صفات در نظر گرفت. به‌صورتی که برداشت دوم (برداشت پس از ۴۰ روز) در تمام تیمارها باعث افزایش میزان ژل گیاه آلوئه شد ولی میزان فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه در برداشت سوم افزایش یافته بود. همچنین اسید فولویک اثر مثبتی بر صفات فنل‌کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی داشت اما بر میزان ویتامین ث تاثیرگذار نبود. با این وجود اسید هیومیک تاثیر مثبت، بر عملکرد گیاه داشت و اندازه برگ و میزان ژل برگ را نیز افزایش داد. براساس نتایج این پژوهش تغذیه با ترکیبات آلی سبب افزایش تجمع متابولیت‌های ثاتویه در گیاه آلوئه باربادنسیس می شود. همچنین کشت گونه باربادنسیس به دلیل مقاومت گیاه به دمای بالا (۵۰ درجه سانتی گراد) در گلخانه توصیه می‌گردد. باید در نظر داشت برای رسیدن به کشاورزی پایدار با رعایت اصول اکولوژیک، می‌توان ضمن ایجاد توازن در محیط زیست، کارآیی استفاده از منابع را افزایش داد و زمینهٔ بهره‌وری طولانی‌تری را برای انسان فراهم آورد. کاربرد کودهای آلی مانند اسیدهیومیک و اسید فولویک با هدف جایگزینی یا کاهش قابل ملاحظه در کاربرد کودهای شیمیایی، موجب افزایش کیفی و کمی مواد ثانویه و درصد ژل گیاه آلوئه باربادنسیس و نهایتا سلامت انسان می شود.

References

Abaszadeh Faruji, R., Shoor, M., Tehrani far, A., Abedy, B., Safari, N. 2018. Effects of Humic Acid and Fulvic Acid on some Morphological Characteristics of Geranium. *Journal of Horticultural Science*, 32(1), 35-50.

Abdel-Baky, Y. R., Abouziena, H. F., Amin, A. A., El-Sh, M. R., & Abd El-Sttar, A. M. 2019. Improve quality and productivity of some faba bean cultivars with foliar application of fulvic acid. *Bulletin of the National Research Centre*, *43*(1), 1-11.

Abdolahzareh, S., Fateh, A., and Ayneband, A. 2013. Effect of planting date and chemical, organic and integrated fertilizers on the amount of active ingredient seed of marythistle (*Silybum marianum* L.). Medicinal and Aromatic Plants Research, 29:486-501(In Persian). *Agricultura l Science*. 20: 657-659.

Alam, M.A. Subhan, N., Rahman, M.M., Uddin, Sh.J., Reza, H.M. and Sarkar, S.D. 2014. Effect of Flavonoids, Naringin and Naringenin, on metabolic syndrome and their mechanisms of action. *Int J Advances in Nutrition*. 5:404-417.

Aminifard, M. and Ahmadi, F. (2018). Effects of of fulvic acid and cow manure on stigma active components and petal Antiradical Activity of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron agronomy and technology*, 6(4), 415-428.

Anari Anaraki, B., Qasemnejad, B. And Mighani, H. 2016. Effect of soil and leaf nutrition of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruit of Mels Saveh cultivar. *Agricultural knowledge and sustainable production*. 26 (3): 153-143.

Barzegar, T., Moradi, P., Hasanzadeh, Z., Ghahremani, Z., Nikbakht, J. 2018. Evaluation of Growth, Yield and Vitamin C Content of Okra with Application of Putrescine and Humic Acid under Deficit Irrigation Stress. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 28(1), 109-123.

Brunetti, C., Diferdinando, M., Fini, A., Pollastiri, S. and Massimiliano, T. 2013. Flavonoids as Antioxidant and developmental regulators: relative significance in Plants and Humans. *Int J of Molecular Siences*. 14:3540-3555.

Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in

horticulture. *Scientia horticulturae*, *196*, 15-27.

Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of food and drug analysis, 10(3).

Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by twocomplementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3): 178-82.

Chen, Y., M. De Nobili and T. Avid .2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. In: F. MAGDOFF, R. R. WEIL (Eds.): *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*, 103-129 CRC Press, New York, USA.

Davarpanah, S., Hashemi Bonab, S., & Khodaverdizadeh, M. 2018. Determining the Cropping Pattern Consistent with Sustainable Agriculture by Multi Linear Fractional Programming Approach (Case Study: Ardebil County). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 28(3), 293-304.

Ebrahimzadeh, M. A, Hosseinimehr, S. J and Hamidinia, A. 2008. Antioxidant and free radical scavenging activity of Feijoa sallowiana fruits peel and leaves. *Pharmacology online*, 1: 7-14.

Eisapour, M., Hemmati, K. and Hemmati, N. 2020. Study of the Effect of Habitat on Morphological and Phytochemical Traits of Horsemint (*Mentha longifolia* L.). *Journal of Horticultural Science*, 33(4), 698-710.

El-Borai, M.S., M.F. Mostafa, A.D. Shaltout and K.H. Hassan. 2015. Influnce fulvic acid plus some micro elements and microrganisms on yield and quality of characteristics Superior grapevines. *J. P. Lant. Production, Mansoura Univ*., 6 (3), 287 -305.

El-Naggar, A. H. M., Hassan, M. R. A., Shaban, E. H., & Mohamed, M. E. A. 2015. Effect of organic and biofertilizers on growth, oil yield and chemical composition of the essential oil of *Ocimum basillicum* L. plants. *Alex. J. Agric. Res*, *60*(1), 1-16.

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

Farooq, M. A., Gill, R. A., Islam, F., Ali, B., Liu, H., Xu, J., ... & Zhou, W. 2016. Methyl jasmonate regulates antioxidant defense and suppresses arsenic uptake in Brassica napus L. *Frontiers in plant science*, 7, 468.

Fátima Cardoso, J., Casarotto Filho, N., & Miguel, P. A. C. 2015. Application of Quality Function Deployment for the development of an organic product. *Food Quality and Preference*, *40*, 180-190.

Habibi Sharafabad, M., Hosseini Farahi, M. and Didgah, S. K. 2017. Effect of salicylic acid and humic acid on quantitative and qualitative properties of tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Goldi). *JSPI*. 8 (2):49-65.

Hang, W. Y., Cai, Y.Z. and Zhang, Y. 2009. Natural phenolic compound from medicinal herbs and dietary plants: potential use for cancer prevention Nutrition and cancer. 62(1): 1-20.

Hassanzadeh, K. 2013. The effect of organic fertilizers and the use of salicylic acid on the performance of essential oils and some secondary metabolites of the medicinal plant Lemongrass (*Melissa officinalis*). Master Thesis, Department of Horticultural Sciences. Faculty of Plant Production. *Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 86 p.

Kandil, E. E., Abdelsalam, N. R., Aziz, A. A. A. E., Ali, H. M., & Siddiqui, M. H. 2020. Efficacy of nanofertilizer, fulvic acid and boron fertilizer on sugar beet (Beta vulgaris L.) yield and quality. *Sugar Technology*, *22*(5), 782-791.

Karimi, M., Hemmati, KH. And Hemmati, N. 2021. Investigation of the Effect of Fulvic Acid and Methyl Jasmonate on the Amount of Chlorogenic Acid, Caffeic Acid and Some Other Phytochemical Traits in the Aerial Parts and Roots of Coneflower. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 9(1).

Marulanda, A., Porcel, R., Barea, J.M., and Azcon, R. 2007. Drought tolerance and antioxidant activities in launder plants colonized by native drought-tolerant of drought-sensitive Glomus species. *Microbial Ecology*, 54: 543-552.

Minjares-Fuentes, R., Rodríguez-González, V. M., González-Laredo, R. F., Eim, V., González-Centeno, M. R., & Femenia, A. 2017. Effect of different drying procedures on the bioactive polysaccharide acemannan from *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller). *Carbohydrate Polymers*, *168*, 327-336.

Mozaffari, M., Rabiei, V., Razavi, F., Kheiry, A., Hassani, A. 2018. Impacts of preharvest sprays of fulvic acid on some quality and antioxidant properties of grapes the Fakhry Cultivar (*Vitis vinifera* cv Fakhri). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 49(3), 813-825.

Nandwani, D. (Ed.). 2016. Organic farming for sustainable agriculture (Vol. 9). *Springer*.

Natsun, L. N. 2019. The Increase in the Number of Disabled Population in European Countries as an Indicator of the Effectiveness of Their Health Policies. *Economic and social changes: facts, trends, forecast*, 12(4), 200-219.

Nguyen, Q. V., & Chuyen, H. V. 2020. Processing of herbal tea from roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.): Effects of drying temperature and brewing conditions on total soluble solid, phenolic content, antioxidant capacity and sensory quality. *Beverages*, *6*(1), 2.

Omidbeigi, R. 2005. Production and processing of medicinal plants, Volume 3, *Quds Razavi Publications*. 397 p.

Poozeshi, R., Haghnia, G., Zabihi, H., Astaraei, A. 2020. Effects of Humic Acid, Vermicompost and Zinc Foliar Spray on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Pomegranate (Khazar Bardaskan). *Applied Soil Research*, 8(2), 53-69.

Qasemi, A. 2009. Aromatic medicinal plants and their effects. Publications of Islamic Azad University, *Shahrekord Branch*.

Rahi, A. M. J. A. D., Davies, P. E. T. E. R., Ruben, M. O. N. T. A. G. U. E., Lobascher, D. A. V. I. D., & Menon, J. O. H. N. 1977. Keratoconus and coexisting atopic disease. *British Journal of Ophthalmology*, 61(12), 761-764.

Renato,Y., Ferreira, M.E., Cruz, M.C., and Barbosa, J.C. 2003. Organic matter fractions and soil fertility under influence of liming, vermicompost and cattle manure. *Bioresource technology*. 60: 59-63.

Rodríguez-García, R., D.J. de Rodríguez, J.A. Gil-Marin, J.L. Angulo-Sanchez, and R.H. Lira-Saldivar. 2007. Growth, stomatal resistance, and transpiration of Aloe vera under different soil water potentials. *Industrial Crops and*

Products. 25(2), 123-128.

Salehi, A., Tasdighi, H., & Gholamhoseini, M. 2016. Evaluation of proline, chlorophyll, soluble sugar content and uptake of nutrients in the German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress and organic fertilizer treatments. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, *6*(10), 886-891.

Samavat, S. and Malakuti, M. J. 2004. The need to use organic acids (humic and fluvianum) in the quantitative and qualitative increase of agricultural product. *Technical Journal of Soil and Water Research Institute*, 1-13, 345.

Sarkar, F., Amiri, M., Hassani, A. 2020. Impacts of Preharvest Sprays of Fulvic Acid on Qualitative and Antioxidant Properties of Sour Cherry cv. Gysy'. *Horticultural Plants Nutrition*, 2(2), 93-106.

Sun, J., Qiu, C., Ding, Y., Wang, Y., Sun, L., Fan, K. & Ding, Z. 2020. Fulvic acid ameliorates drought stress-induced damage in tea plants by regulating the ascorbate metabolism and flavonoids biosynthesis. *BMC genomics*, *21*(1), 1-13.

Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Aranda, M., Henriquez, K., Vergara, J., Tabilo-Munizaga, G., & Pérez-Won, M. 2011. Effect of high hydrostatic pressure on functional properties and quality characteristics of Aloe vera gel (*Aloe barbadensis* Miller). *Food Chemistry*, *129*(3), 1060-1065.

Vojudi, L. Valizadeh Kamran, R., Soltani Qaralar, Z., Imani Zaraatkar, Z. and Masoompour, Z. 2019. The effect of application of different levels of organic fertilizer and urea on nitrate accumulation and some physiological traits of spinach. *Plant products*. 41 (3): 83-94.

Xuc, D., Deng, Y., Xi, P., Yu, G., Wang, Q., Zeng, Q. and Gao, L. 2019. Fulvic acid-induced disease resistance to *Botrytis cinerea* in table grapes may be mediated by regulating phenylpropanoid metabolism. *Food chemistry*, *286*, 226-233.

Yadollahi P, Asgharipour M R, Golshani F. 2016. Effect of foliar application of humic acid on *Aloe vera* (*Aloe vera* L.) in cadmium contaminated soil. *Journal of Plant Process and Function*. 4 (14):51-60.

Effects of Fulvic Acid and Humic Acid on Some Morphological and Phytochemical Traits in Different Harvest Stages of *Aloe barbadensis* Leaf

Khodayar Hemmati [*1], Nastaran Hemmati [2], Mehrnoush Karimi [3]

1. Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources . (Corresponding author)
2. PhD in Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3. M.Sc of Medicinal Plants, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: December 2021 Accepted: April 2022 - DOI: 10.22092/mpt.2022.357143.1089

Abstract

Hemmati, Kh., Hemmati., N., Karimi, M., Effect of Fulvic Acid and Humic Acid on Some Morphological and Phytochemical Traits in Different Harvest Stages of *Aloe barbadensis* Leaf
Iranian Medicinal Plants Technology, Vol 4, No. 1, 2020-21 11-12: 67-83(in Persian)

Abstract :

Barbadensis is one of the 250 species of the genus Aloe, widely used in the pharmaceutical, cosmetic, and food industries. This study aimed to investigate the effect of different concentrations of Humic acid and Fulvic acid on morphophytochemical traits of *barbadensis* species at different harvest stages. This study was performed as a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications. Treatments include Fulvic acid (0, 200 and 400 mg.l-1), Humic acid (0, 50 and 100 mg.l-1) and different stages of harvest (30, 40 and 50 days). Measured traits included leaf length and diameter, gel percentage, fresh weight, dry weight, leaf bark percentage, total soluble solids, total phenol, total flavonoids, antioxidant activity, and vitamin C. The analysis of variance showed that the treatments had a significant effect on the measured traits at the level of 1 and 5%. Based on the comparison of the means, the highest antioxidant activity (63.2%) was recorded in the treatment of 200 mg.l-1 Fulvic acid in the third harvest (fiftieth day). Also, the highest amount of vitamin C (3.6 mg per 100

Email address of the corresponding author: kh_hemmati@gau.ac.ir

ml) was observed in the treatment of 50 and 100 mg.l-1 of Humic acid in the first and second harvest (thirty and fortieth day). The results showed that Fulvic acid positively affected total phenol, total flavonoid, and antioxidant activity. Humic acid also had a positive and significant effect on plant yield and increased leaf size and gel content. In general, the results showed a positive effect of Fulvic acid and Humic acid on the yield and biochemical traits of *Aloe barbadensis*.

Keywords: Organic Fertilizer, Harvest stages, Morphophytochemical, *Aloe Barbadensis*, Antioxidant Activity