

## تأثیر روش کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک بر رشد رویشی و اجزای عملکرد گیاه کلزا (*Brassica napus* L.)

\*طالب نظری<sup>۱</sup>، مجتبی بارانی مطلق<sup>۲</sup>، اسماعیل دردی پور<sup>۳</sup>، رضا قربانی نصرآبادی<sup>۴</sup>

و سمیه سفیدگر شاهکلائی<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup>دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۲</sup>دانشیار گروه علوم خاک،

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۳</sup>استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۴</sup>دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۲۰

### چکیده

**سابقه و هدف:** استفاده از مواد آلی از جمله اسیدهومیک، باعث عدم آلودگی محیط زیست و هم چنین افزایش پایداری سیستم های زراعی از طریق کاهش مصرف کودهای شیمیایی می شود. اسیدهومیک دارای فعالیت شبه هورمونی است که نه تنها رشد گیاه و جذب عناصر غذایی را افزایش می دهد بلکه مقاومت گیاه به تنش ها را نیز بهبود می بخشد.

**مواد و روش ها:** به منظور بررسی تأثیر روش کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک بر رشد رویشی و اجزای عملکرد گیاه کلزا (رقم هایولا ۳۰۸) آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار در ۴ تکرار به اجرا درآمد که تیمارها شامل مصرف خاکی اسیدهومیک در سه سطح (۱، ۲ و ۴ گرم بر کیلوگرم خاک)، محلول پاشی اسیدهومیک در سه سطح (۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴ درصد) و همراه با آب آبیاری در سه سطح (۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر) و تیمار شاهد (بدون اسیدهومیک) بود. کاربرد خاکی به صورت پودر اسیدهومیک و در زمان کشت بر اساس وزن خاک گلدان ها و برای محلول پاشی و مصرف همراه با آب آبیاری، هر کدام از سطوح محلول پاشی و مصرف همراه با آب آبیاری به سه قسمت مساوی تقسیم و در سه مرحله (استقرار گیاه، به ساقه رفتن، شروع گلدهی) مورد استفاده قرار گرفتند. محلول پاشی در انتهای روز و به منظور مؤثرتر بودن آن از چند قطره مویان جهت خیس خوردگی بیش تر برگ ها استفاده شد. صفات مورد ارزیابی در این پژوهش شامل وزن تر و خشک ساقه و برگ، ارتفاع بوته، تعداد برگ و گل، زمان تا اولین گلدهی، طول غلاف، تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بود.

**یافته ها:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس پارامترهای رشد رویشی، وزن تر برگ و ساقه و وزن خشک برگ و ساقه و اجزای عملکرد نشان داد تمام صفات به جز تعداد برگ در بوته در سطح یک درصد معنی دار شدند. بیش ترین ارتفاع بوته، وزن تر برگ و ساقه و وزن خشک برگ و ساقه مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک و کم ترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود. بیش ترین تعداد گل مربوط به تیمار ۴۰۰۰ میلی گرم

در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری و کمترین مدت زمان تا اولین گلدهی نیز مربوط به تیمار ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک بود. همچنین بیشترین وزن تر برگ و ساقه و وزن خشک برگ و ساقه و اجزای عملکرد مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری بود. تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدهومیک همراه با آب آبیاری، به دلیل بالا بودن وزن خشک برگ و ساقه، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته و وزن هزاردانه بیشترین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را به خود اختصاص داد.

**نتیجه گیری:** استفاده از اسیدهومیک می تواند نقش مثبتی در افزایش پارامترهای رشد رویشی کلزا ایفا کند و می توان آن را به عنوان ماده ای با منشأ طبیعی در جهت افزایش تولید محصولات زراعی مورد استفاده قرار داد. نتایج حاصل از یافته ها نشان داد که هر سه روش استفاده از اسیدهومیک موجب افزایش پارامترهای رشد رویشی و اجزای عملکرد کلزا نسبت به شاهد شدند اما در مجموع تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک از دو روش مصرف خاکی و محلول پاشی اسیدهومیک مؤثرتر بود.

**واژه های کلیدی:** اسیدهومیک، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، کلزا، وزن هزاردانه

#### مقدمه

کلزا پس از سویا و نخل روغنی، سومین منبع تولید روغن نباتی جهان به شمار می آید دانه های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می دهند (۲۲). کلزا از گیاهان روغنی است که کشت آن در سال های اخیر در ایران در حال گسترش است، از آنجایی که در حال حاضر ۹۰ درصد روغن کشور وارداتی است. توسعه کشت کلزا نقطه امید برای تأمین قسمت عمده روغن مورد نیاز کشور است (۱۰). سطح زیر کشت این گیاه در جهان ۲۲ میلیون هکتار، در ایران ۱۱۷۳۲۳ هکتار و در استان گلستان ۳۱۹۰۶ هکتار می باشد. مطالعات بلندمدت نشان می دهند که استفاده مداوم از کودهای شیمیایی، عملکرد گیاهان زراعی را به علت افت خصوصیات مطلوب فیزیکی و شیمیایی خاک و عدم وجود ریز مغذی ها در کودهای ماکرو کاهش می دهد (۲). همچنین عدم استفاده از کودهای آلی در طی سالیان اخیر، عامل کاهش چشمگیر میزان ماده آلی خاک های ایران بوده است (۲۸). از طرفی کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی در کشاورزی باعث ایجاد مشکلات

زیست محیطی از جمله تخریب فیزیکی خاک و عدم توازن عناصر غذایی شده است. از این رو امروزه مصرف انواع کودهای آلی رو به افزایش است. مواد هومیکی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف هستند که از باقی مانده گیاهان و حیوانات حاصل می شوند و شامل سه بخش اسیدفولویک، اسیدهومیک و هومین هستند (۳۷). اسیدهومیک، نوعی ترکیبات پلیمری طبیعی به همراه مواد آلی هتروژن است که در پی پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می آید، رنگ آن سیاه و وزن ملکولی ۳۰ تا ۳۰۰ کیلودالتون دارند که کمپلکس های پایدار و نامحلول و کمپلکس های محلول با عناصر کم مصرف تشکیل می دهند (۳). اسیدهای هومیک جزو شاخه اصلی مواد هومیکی و از فعال ترین اجزای مواد آلی خاک محسوب می شوند. اسیدهومیک با اکثر کودهای شیمیایی سازگار بوده و در آب به خوبی حل شده و می توان آن را از طریق محلول پاشی، مصرف خاکی، سیستم های آبیاری تحت فشار و تیمارهای بذری (بذر مال) استفاده کرد (۳۹). مخلوط کردن اسیدهومیک با خاک باعث تحریک رشد و گسترش ریشه می شود

سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر جذب عناصر پرمصرف، ریزمغذی‌ها، عمر پس از برداشت و رشد گل ژبر را افزایش داده و رشد ریشه، همبستگی معنی‌داری با جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و روی در برگ‌ها و ساقه‌ها نشان داد (۴۳). لیو و همکاران (۱۹۹۸) در بررسی تأثیر اسیدهومیک روی نوعی گیاهان علوفه‌ای نشان دادند که اسیدهومیک به‌طور معنی‌داری سرعت فتوسنتز، توسعه زیست‌توده ریشه و محتوی عناصر غذایی گیاه را افزایش داد (۲۹). در مطالعه دیگری ترکمن و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند که کاربرد اسیدهومیک به‌میزان ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک موجب افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک، میزان عناصر غذایی و عملکرد گیاه فلفل شد (۴۸). ترکمن و همکاران (۲۰۰۴) گزارش دادند که مقادیر ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم مصرف خاکی اسیدهومیک سبب افزایش عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در اندام‌های گیاه گوجه‌فرنگی شد (۴۷). در خصوص نحوه اثر اسیدهومیک، گزارش‌های متعددی وجود دارد اما می‌توان اثر آن را به دو دسته تقسیم کرد: اثر مستقیم آن به‌عنوان یک ترکیب شبه‌هورمونی و اثر غیرمستقیم آن که به‌صورت افزایش جذب عناصر غذایی از طریق خاصیت کلات‌کنندگی و احیاکنندگی و حفظ نفوذپذیری غشا، افزایش متابولیسم ریزجانداران در خاک، بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه است (۴۱). با توجه به تأثیرات مفید اسیدهومیک روی خصوصیات کمی و کیفی گیاهان زارعی و گسترش کشت کلزا در استان گلستان، این آزمایش با هدف اثر کاربرد سطوح مختلف اسیدهومیک در آب آبیاری، محلول‌پاشی و مصرف خاکی بر پارامترهای رشد رویشی و اجزای عملکرد در گیاه کلزا و ارائه بهترین غلظت و روش کاربرد اسیدهومیک به انجام رسید.

که در نهایت این افزایش در رشد ریشه به جذب مواد غذایی از خاک کمک می‌کند (۷). از مزایای مهم اسیدهومیک می‌توان به کلات‌کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب افزایش طول و وزن ریشه و آغازش ریشه‌های جانبی می‌شود (۳). مطالعات نشان می‌دهد اسیدهومیک سبب افزایش طول و تعداد ریشه و تحریک ریشه‌دهی فرعی می‌گردد و به‌طورکلی ریشه‌زایی بیش‌تر از شاخه تحت‌تأثیر اسیدهومیک قرار می‌گیرند (۳۳). اسیدهومیک در گونه‌های گیاهی مختلف قادر است که فعالیت PM-ATPase ریشه را تحریک کند و نسبت جذب نترات در ریشه‌ها را افزایش دهد (۳۳) هم‌چنین اسیدهومیک با افزایش متابولیسم ریزجانداران در خاک و بهبود وضعیت فیزیکی خاک باعث افزایش رشد ریشه می‌شود (۷). کاربرد اسیدهومیک در گیاه به‌صورت محلول‌پاشی و خاکی، موجب افزایش هورمون‌های اکسین، سیتوکینین و جیبرلین در گیاه می‌شود (۱). محلول‌پاشی اسیدهومیک، غلظت آنتی‌اکسیدان‌ها را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد و سبب افزایش فتوسنتز، تنفس، سنتز اسیدنوکلئیک و جذب یون‌ها می‌شود (۴۰). محلول‌پاشی برگ‌ها با مواد هومیکی در شرایط تنش آبی، باعث افزایش ظرفیت فتوسنتز و محتوای آب برگ و افزایش متابولیسم ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۲۳). چندین پژوهش‌گر به دنبال آزمایش‌های متعدد به این نتیجه رسیدند که مصرف اسیدهومیک به‌صورت محلول‌پاشی برگ‌ها سبب افزایش جذب مواد غذایی و بهبود رشد، عملکرد و کیفیت تولید برخی محصولات زراعی می‌گردد که این تأثیرات ممکن است باعث کاهش مصرف کودهای شیمیایی و در نتیجه کاهش آلودگی و هزینه‌های تولید محصول شوند (۱۹، ۳۳ و ۳۵). تاهیر و همکاران (۲۰۱۱) گزارش دادند که اسیدهومیک در

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش، تأثیر کاربرد خاکی، محلول‌پاشی و مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک بر پارامترهای رشد رویشی و اجزای عملکرد گیاه کلزا (رقم هایولا ۳۰۸) مورد بررسی قرار گرفت. خاک مورد استفاده از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری روستایی حاجی‌غراوی در ۳۰ کیلومتری گنبدکاووس برداشته شد. پس از هوا خشک‌شدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مانند بافت خاک (۱۰)، کرنات کلسیم معادل به روش خشتی‌سازی با اسید (۶)، pH به روش عصاره ۱:۲ (۳۶)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، ماده آلی (۵۱)، ظرفیت تبادل کاتیونی (۱۵)، نیتروژن کل به روش کج‌جدال (۱۳)، فسفر قابل‌استفاده (۳۴)، پتاسیم قابل‌استفاده با استفاده از استات‌آمونیم (۱۰)، اندازه‌گیری شد (جدول ۱). آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و در ۴ تکرار به صورت گلدانی به اجرا درآمد. تیمارها عبارتند بودند از: (۱) شاهد، (۲) یک گرم اسیدهومیک بر کیلوگرم خاک (به صورت مصرف خاکی)، (۳) دو گرم اسیدهومیک بر کیلوگرم خاک (به صورت مصرف خاکی)، (۴) چهار گرم اسیدهومیک بر کیلوگرم خاک (به صورت مصرف خاکی)، (۵) ۱۰۰۰ میلی‌گرم اسیدهومیک در لیتر (در آب آبیاری)، (۶) ۲۰۰۰ میلی‌گرم اسیدهومیک در لیتر (در آب آبیاری)، (۷) ۴۰۰۰ میلی‌گرم اسیدهومیک در لیتر (در آب آبیاری)، (۸) محلول‌پاشی اسیدهومیک با غلظت یک درصد، (۹) محلول‌پاشی اسیدهومیک با غلظت دو درصد، (۱۰) محلول‌پاشی اسیدهومیک با غلظت چهار درصد. کاربرد خاکی به صورت پودر اسیدهومیک و در زمان کشت بر اساس وزن خاک گلدان‌ها و برای محلول‌پاشی و مصرف همراه با آب آبیاری، هر کدام از سطوح به سه قسمت مساوی

تقسیم و در سه مرحله (استقرار گیاه، به ساقه رفتن، شروع گلدهی) مورد استفاده قرار گرفتند. محلول‌پاشی در انتهای روز و به منظور مؤثرتر بودن آن از چند قطره مویان جهت خیس‌خوردگی بیش‌تر برگ‌ها استفاده شد. اسیدهومیک مورد استفاده در این آزمایش اسیدهومیک ۸۰ درصد با نام تجاری هیومکس (Humax-95WSG) بود (جدول ۲). بر اساس آزمون خاک عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم از منبع‌های اوره، سوپرفسفات‌تریپل و سولفات‌پتاسیم و عناصر کم‌مصرف به‌جز آهن از منبع سولفات‌تامین شد. مصرف کود پتاسه و فسفر و عناصر کم‌مصرف در زمان کاشت گیاه ولی کود ازته به سه قسمت مساوی و در سه مرحله کاشت، به ساقه رفتن و گلدهی به گلدان‌ها اضافه شد. سپس تعداد ۱۰ عدد بذر در هر گلدان در عمق ۲ سانتی‌متری خاک کاشته که پس از سبز شدن و گذشت دو هفته، تعداد بوته‌ها به چهار عدد در هر گلدان تقلیل یافت. جهت حذف اثرات محیطی در طول دوره رشد جای گلدان‌ها دو بار در هفته به صورت تصادفی تغییر داده شد. عملیات آبیاری و وجین علف‌های هرز با دست انجام گرفت. رطوبت خاک گلدان‌ها در طول دوره رشد گیاه در حدود ظرفیت مزرعه به روش وزنی تأمین شد. آنگاه پس از پایان دوره رشد (به مدت ۱۳۹ روز) گیاهان برداشت شدند، سپس پارامترهای رشد رویشی و اجزای عملکرد شامل وزن‌تر و خشک برگ و ساقه، ارتفاع بوته، تعداد برگ و گل، زمان تا اولین گلدهی، طول غلاف، تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه اندازه‌گیری و آن‌گاه عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تعیین شد. تجزیه آماری مقایسه بین تیمارهای مختلف با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام و برای ترسیم نمودارها از برنامه Excel استفاده شد.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش.

Table 1. Soil physical and chemical characteristics using in the experiment.

ظرفیت تبادل کاتیونی (Cmol <sup>+</sup> /kg)	کربنات کلسیم معادل CCE(%)	ماده آلی OM(%)	ظرفیت مزرعه (F.C)	پ‌هاش pH	قابلیت هدایت الکتریکی EC (dS/m)	پتاسیم قابل استفاده K (mg/kg)	فسفر قابل استفاده P (mg/kg)	نیتروژن کل N (%)	بافت خاک Soil texture
17.73	15.5	1.78	22.1	7.23	1.15	219	10.42	0.056	سیلتی لوم Silty loam

جدول ۲- خصوصیات اسیدهومیک مورد استفاده در پژوهش.

Table 2. Characteristics of humic acid used in the research.

اسیدهومیک Humic acid	اکسید پتاسیم K <sub>2</sub> O	اسیدفولیک Fluvic acid	نام تجاری Trade name
%80	%5	%15	Humax-95WSG

### نتایج و بحث

و کمترین مقدار آن ۴۳/۲۵ سانتی‌متر مربوط به تیمار شاهد بود (۴). یکی از مکانیسم‌های مواد هومیک که منجر به افزایش رشد طولی می‌شود مربوط به ترکیبات شبه‌جیرلینی آن می‌باشد (۳۳). هم‌چنین پژوهش‌گران دیگر افزایش ارتفاع را با اسیدهومیک تأیید می‌کنند (۴۴ و ۵۰). مقایسه میانگین تعداد گل در گیاه نشان داد که بیش‌ترین مقدار گل مربوط به تیمار مصرف همراه با آب آبیاری و سطح ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۴۲/۷۵ گل و کم‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد ۱۹ گل بود و بیش‌ترین زمان تا ظهور اولین گل مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۹۸/۷۵ روز و کم‌ترین مقدار آن با میانگین ۸۵/۵۰ روز مربوط به تیمار مصرف همراه با آب آبیاری و سطح ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۴). اثر تسریع‌کنندگی گلدهی توسط اسیدهومیک می‌تواند به دلیل افزایش در میزان کلروفیل گیاه باشد که به نوبه خود منجر به افزایش فتوسنتز و در نتیجه کاهش طول دوره رویشی گیاه می‌شود (۱۷). تأثیر مثبت اسیدهومیک روی رشد و گلدهی گیاهان از جمله خانواده گرامینه، به خوبی به اثبات رسیده است، کاهش زمان تا گلدهی احتمالاً به دلیل افزایش توسعه ریشه و جذب سریع عناصر

نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد اسیدهومیک بر پارامترهای رشد رویشی در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر کاربرد اسیدهومیک بر پارامترهای رشد رویشی به جز تعداد برگ معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد سطوح مختلف اسیدهومیک ارتفاع گیاه را به طور معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) افزایش داد. بیش‌ترین میانگین ارتفاع گیاه مربوط به تیمار مصرف همراه با آب آبیاری با سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۸۷/۵ سانتی‌متر و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۵۳/۲ سانتی‌متر بود (جدول ۴). اسیدهومیک از طریق اثرات هورمونی (۳۹) و با تأثیر بر متابولیسم‌های گیاهی و هم‌چنین با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (۳۳). طبق پژوهش آیفار و همکاران (۲۰۱۵) محلول‌پاشی سطوح مختلف اسیدهومیک ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ درصد در سه مرحله (به ساقه رفتن، گلدهی، تشکیل خورجین) در گیاه کلزا نشان داد که ارتفاع گیاه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده و بیش‌ترین مقدار آن با ۶۲/۲۵ سانتی‌متر مربوط به تیمار ۲ درصد

سلولی غشاء سلول و حتی سیتوپلاسم اثر می‌گذارند (۱۶).

غذایی بوده که این امر موجب تسریع رشد و گذر سریع‌تر گیاه از مرحله نونهالی به مرحله بلوغ می‌شود. به‌نظر می‌رسد این مواد بر تغییرات بیوشیمیایی دیواره

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس اثر کاربرد اسیدهومیک بر پارامتر رشد رویشی کلزا.

Table 3. Analysis of variance for the application of humic acid on growth parameters of canola.

میانگین مربعات Means of Squares								درجه	منابع
وزن خشک	وزن خشک	وزن تر	وزن تر	تعداد گل	زمان تا اولین	تعداد	ارتفاع	آزادی	تغییرات
ساقه	برگ	ساقه	برگ	Number of flower	گلدهی	برگ	height Plant	df	S.O.V
Stem dry weight	Leaf dry weight	Stem wet weight	Leaf wet weight		Time to first flowering	Number of leaf			
0.382**	0.009**	5.244**	6.933**	62.73**	181.94**	0.50 <sup>ns</sup>	457.002**	9	تیمار Treatment
0.001	0.000	0.015	0.010	0.550	1.041	0.900	0.491	30	خطا Error
3.89	7.70	3.11	3.43	0.79	3.43	12.24	0.96		ضریب تغییرات %CV

\*\* و <sup>ns</sup> به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

\*\* and <sup>ns</sup>, significant at the 5% levels probability and non significant, respectively.

گیاه و تعداد برگ و گل مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (۳۰).

بیش‌ترین وزن تر برگ با میانگین ۳/۴۳ گرم در گیاه مربوط به مصرف با آب آبیاری سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود هر چند که بین تیمار ۴۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و کم‌ترین مقدار آن با میانگین ۲/۲۰ گرم در گیاه مربوط به تیمار شاهد بود هر چند بین تیمار شاهد و ۰/۱ درصد محلول‌پاشی اسیدهومیک از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و بیش‌ترین وزن خشک برگ با میانگین ۰/۳۷ گرم در گیاه مربوط به مصرف با آب آبیاری سطح ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود هر چند که بین تیمار ۴۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار ۰/۴ درصد محلول‌پاشی اسیدهومیک از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و کم‌ترین مقدار با میانگین

مطابق با جدول تجزیه واریانس صفات وزن خشک و تر ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳). بیش‌ترین وزن تر ساقه با میانگین ۵/۹۲ گرم در گیاه مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری و کم‌ترین مقدار آن با میانگین ۲/۲۰ گرم در گیاه مربوط به تیمار شاهد بود. هم‌چنین بیش‌ترین وزن خشک ساقه با میانگین ۱/۵۳ گرم در گیاه مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری و کم‌ترین مقدار آن با میانگین ۰/۴۷ گرم در گیاه مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). طبق پژوهش محمدی‌پور و همکاران (۲۰۱۲) کاربرد اسیدهومیک به مقدار ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گشنیز نشان داد که تیمارها در سطح یک درصد معنی‌دار شدند و بیش‌ترین وزن خشک، ارتفاع

۰/۲۲ گرم در گیاه مربوط به تیمار شاهد بود هر چند که بین تیمار شاهد و ۰/۱ درصد محلول پاشی اسیدهومیک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۴). تاهیر و همکاران (۲۰۱۱) گزارش دادند که سطوح مختلف اسیدهومیک باعث افزایش معنی دار ساقه و ارتفاع بوته و میزان جذب نیتروژن نسبت به شاهد در گیاه گندم شده است (۴۳). طبق پژوهش کردیرو و همکاران (۲۰۱۱) اسیدهومیک نسبت وزن تازه و خشک ریشه را در ذرت افزایش داد (۱۸).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر روش کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک بر پارامتر رشد رویشی کلزا.

**Table 4. Mean comparison for the application method and different levels of humic acid on growth parameters of canola.**

وزن خشک ساقه (گرم در گیاه) Stem dry weight (gr/plant)	وزن خشک برگ (گرم در گیاه) Leaf dry weight (gr/plant)	وزن تر ساقه (گرم در گیاه) Stem wet weight (gr/plant)	وزن تر برگ (گرم در گیاه) Leaf wet weight (gr/plant)	زمان تا اولین گلدهی (روز) Time to first flowering (day)	تعداد گل Number of flower	تعداد برگ Number of leaf	ارتفاع گیاه (سانتی متر) height Plant (cm)	عامل آزمایش Factor experiment
0.47 <sup>h</sup>	0.22 <sup>d</sup>	2.20 <sup>i</sup>	2.20 <sup>e</sup>	98.7 <sup>a</sup>	19 <sup>g</sup>	7.5 <sup>a</sup>	53.2 <sup>i</sup>	شاهد Blank
مصرف خاکی (گرم بر کیلوگرم) Soil application (g / kg soil)								
0.83 <sup>f</sup>	0.30 <sup>e</sup>	3.07 <sup>g</sup>	3.25 <sup>cb</sup>	96 <sup>b</sup>	24.5 <sup>c</sup>	7.5 <sup>a</sup>	63.2 <sup>b</sup>	1
0.96 <sup>e</sup>	0.32 <sup>cb</sup>	3.44 <sup>f</sup>	2.83 <sup>d</sup>	94.5 <sup>dc</sup>	30.7 <sup>c</sup>	8.25 <sup>a</sup>	75.5 <sup>d</sup>	2
0.98 <sup>e</sup>	0.31 <sup>c</sup>	4.81 <sup>c</sup>	3.17 <sup>c</sup>	91.25 <sup>e</sup>	34.5 <sup>b</sup>	8.25 <sup>a</sup>	81.2 <sup>c</sup>	4
مصرف با آبیاری (میلی گرم در لیتر) With irrigation water (mg / l)								
1.07 <sup>d</sup>	0.31 <sup>c</sup>	4.09 <sup>e</sup>	2.69 <sup>d</sup>	96 <sup>b</sup>	29 <sup>c</sup>	7.5 <sup>a</sup>	65.5 <sup>g</sup>	1000
1.53 <sup>a</sup>	0.35 <sup>ab</sup>	5.92 <sup>a</sup>	3.43 <sup>a</sup>	93.7 <sup>d</sup>	34.5 <sup>b</sup>	7.5 <sup>a</sup>	87.5 <sup>a</sup>	2000
1.32 <sup>b</sup>	0.37 <sup>a</sup>	5.17 <sup>b</sup>	3.37 <sup>ab</sup>	85.5 <sup>g</sup>	42.7 <sup>a</sup>	7.5 <sup>a</sup>	85.7 <sup>b</sup>	4000
محلول پاشی (درصد) Spraying (percent)								
0.75 <sup>g</sup>	0.25 <sup>d</sup>	2.84 <sup>h</sup>	2.29 <sup>e</sup>	95.2 <sup>bc</sup>	23 <sup>f</sup>	7.75 <sup>a</sup>	66.5 <sup>g</sup>	0.1
0.96 <sup>e</sup>	0.32 <sup>cd</sup>	3.57 <sup>f</sup>	2.80 <sup>d</sup>	92.2 <sup>e</sup>	28 <sup>d</sup>	7.50 <sup>a</sup>	72.2 <sup>f</sup>	0.2
1.21 <sup>c</sup>	0.35 <sup>ab</sup>	4.35 <sup>d</sup>	3.27 <sup>ab</sup>	88.2 <sup>f</sup>	30 <sup>c</sup>	8.25 <sup>a</sup>	73.5 <sup>e</sup>	0.4

در هر ستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد هست.

In the each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels.

آبیاری اسیدهومیک با میانگین ۶/۸۶ سانتی متر بیشترین مقدار طول غلاف، هر چند که بین تیمارهای ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی گرم بر لیتر مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک از لحاظ آماری

مطابق با جدول تجزیه واریانس، صفت طول غلاف در سطح آماری یک درصد معنی دار شد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر مصرف همراه با آب

افزایش غلظت اسیدهومیک طول غلاف لوبیا لیما افزایش یافت به طوری که بیشترین طول غلاف با کاربرد ۶ لیتر در هکتار با افزایش ۴/۵ درصدی نسبت به شاهد و هم‌چنین کمترین طول غلاف در تیمار شاهد (عدم کاربرد اسیدهومیک) مشاهده شد (۹). بندانی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند با محلول‌پاشی اسیدهومیک طول غلاف در گیاه ماش در سطح ( $P < 0.05$ ) افزایش یافت (۸).

اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و کمترین مقدار آن با میانگین ۴/۷۷ سانتی‌متر مربوط تیمار شاهد بود هر چند بین تیمار شاهد و تیمار ۰/۱ محلول‌پاشی اسیدهومیک از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱). ترکمن و همکاران (۲۰۰۴) گزارش دادند که کاربرد غلظت‌های مختلف اسیدهومیک موجب افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی شده است (۴۶). بهشتی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند با

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر کاربرد اسیدهومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا.

Table 5. Analysis of variance for the application of humic acid on yield and yield components of canola.

میانگین مربعات Means of Squares						درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن هزاردانه 1000 grain weight	تعداد دانه در خورجین Seed per silique	تعداد خورجین در گیاه Silique per plant	طول غلاف Silique length		تیمار Treatment
41.41**	1.40**	0.59**	27.13**	130.1**	2.11**	9	
0.175	0.003	0.025	0.468	0.395	0.004	30	خطا Error
1.80	2.45	7.31	3.10	2.41	1.14		ضریب تغییرات %CV

\*\* و <sup>ns</sup> به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

\*\* and <sup>ns</sup>, significant at the 5% levels probability and non significant, respectively.

بیشترین مقدار با میانگین ۲۵/۰۶ مربوط به کاربرد اسیدهومیک همراه با آب آبیاری با سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هر چند بین تیمار ۲۰۰۰ و ۴ گرم بر کیلوگرم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و کمترین مقدار با میانگین ۱۷/۳۷ مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۳).

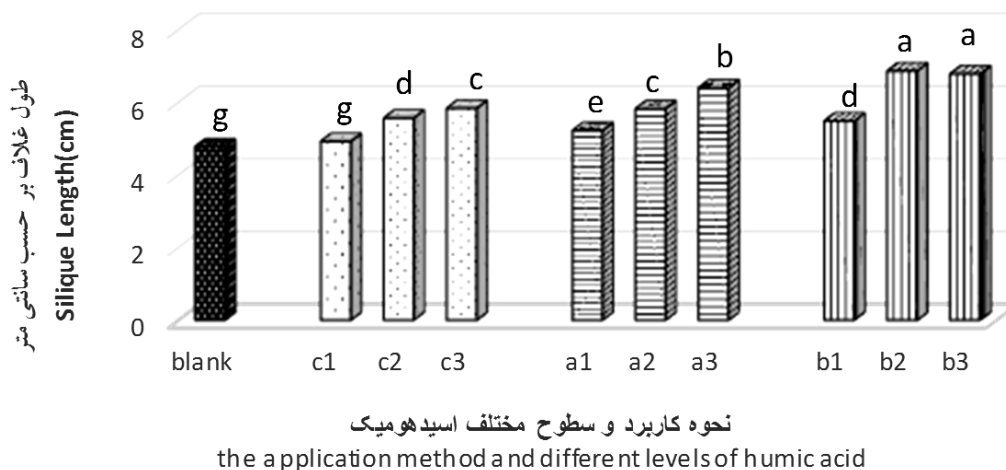
آلبرزینجی و همکاران (۲۰۰۳) بیان نمودند اگرچه برگ‌ها در مراحل رشد رویشی مهم‌ترین نقش را در تولید مواد فتوسنتزی دارند ولی از مرحله گلدهی تا

مطابق با جدول تجزیه واریانس، صفات تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین تعداد خورجین در بوته نشان داد که تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک با میانگین ۳۵/۱۲ عدد بیشترین و تیمار شاهد با میانگین ۱۶/۲۰ عدد در بوته کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). هم‌چنین مقایسه میانگین تعداد دانه در خورجین نشان داد که



افزایش دهد سبب بالا رفتن عملکرد دانه می‌شود (۳۸). چمانی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی نقش اسیدهومیک بر گیاه گندم نشان دادند که کاربرد اسیدهومیک نسبت به عدم کاربرد آن، ۶/۵ درصد وزن هزاردانه را افزایش می‌دهد، طبق این گزارش اسیدهومیک با تأثیر بر انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به دانه‌ها، وزن هزاردانه را در گندم افزایش داده است (۱۴). نتایج پژوهش جهان و همکاران (۲۰۱۴) بر روی گیاه لوبیا با محلول‌پاشی اسیدهومیک، گویای تأثیرات معنی‌دار اسیدهومیک بر وزن هزاردانه است، به‌طوری‌که انجام محلول‌پاشی اسیدهومیک به‌میزان ۳ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ۱۵ درصدی این صفت شده است (۲۷). مقایسه میانگین وزن هزاردانه نشان داد که بیش‌ترین وزن هزاردانه با میانگین ۲/۸۶ گرم مربوط به تیمار مصرف همراه با آب آبیاری و سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کم‌ترین مقدار با میانگین ۱/۵ مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۴).

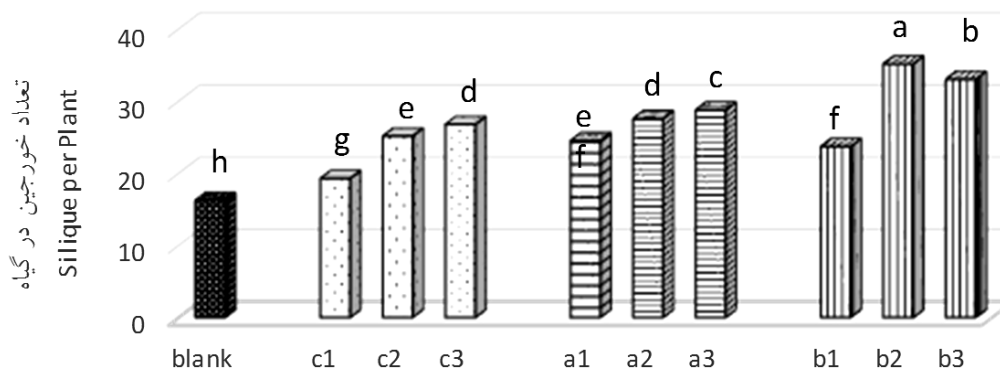
رسیدگی یکی از اندام‌های فتوسنتزکننده در کلزا، خورجین به‌حساب می‌آید. خورجین طول‌تر سطح بیش‌تری دارد. سطح خورجین به‌عنوان سطح فتوسنتزکننده فعال و نزدیک‌ترین منبع به دانه‌ها نقش مؤثری در تعیین عملکرد دانه دارد (۵). با افزایش طول خورجین سطح خورجین افزایش‌یافته و توانایی فتوسنتزی خورجین‌ها بالاتر می‌رود (۲۱). اولکان (۲۰۰۸) در بررسی خود نشان داد که تیمار اسیدهومیک سبب افزایش تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله و ارتفاع گیاه جو شده است (۴۹). حیدری و خلیلی (۲۰۱۲) گزارش دادند که اسیدهومیک اثر معنی‌داری بر روی تعداد خورجین در بوته گیاه چای ترش دارد (۲۶). آیفار و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که استفاده از اسیدهومیک، تعداد خورجین را در بوته در سطح ۵ درصد افزایش داده است (۴). راثو و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که تعداد دانه در خورجین از عوامل تعیین‌کننده عملکرد دانه در کلزا است. هر عاملی که دانه را



شکل ۱- مقایسه میانگین طول غلاف تحت تأثیر روش کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک.

Figure 1. Mean comparison for the silique length as affected by application method and different levels of humic acid.

a, b و c به‌ترتیب مصرف خاکی، مصرف همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی (a<sub>1</sub>، a<sub>2</sub> و a<sub>3</sub> به‌ترتیب ۱، ۲ و ۴ گرم بر کیلوگرم خاک مصرف خاکی اسیدهومیک، b<sub>1</sub>، b<sub>2</sub> و b<sub>3</sub> به‌ترتیب ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک، c<sub>1</sub>، c<sub>2</sub> و c<sub>3</sub> به‌ترتیب ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴ محلول‌پاشی اسیدهومیک).



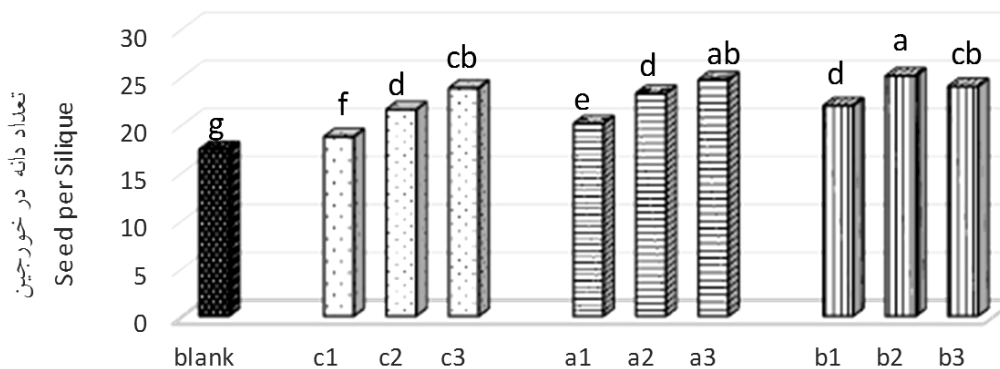
نحوه کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک

the application method and different levels of humic acid

شکل ۲- مقایسه میانگین تعداد خورجین در بوته تحت تأثیر روش کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک.

Figure 2. Mean comparison for the silique per plant as affected by application method and different levels of humic acid.

a, b و c به ترتیب مصرف خاکی، مصرف همراه با آب آبیاری و محلول پاشی (a<sub>1</sub>، a<sub>2</sub> و a<sub>3</sub> به ترتیب ۱، ۲ و ۴ گرم بر کیلوگرم خاک مصرف خاکی اسیدهومیک، b<sub>1</sub>، b<sub>2</sub> و b<sub>3</sub> به ترتیب ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک، c<sub>1</sub>، c<sub>2</sub> و c<sub>3</sub> به ترتیب ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴ محلول پاشی اسیدهومیک).



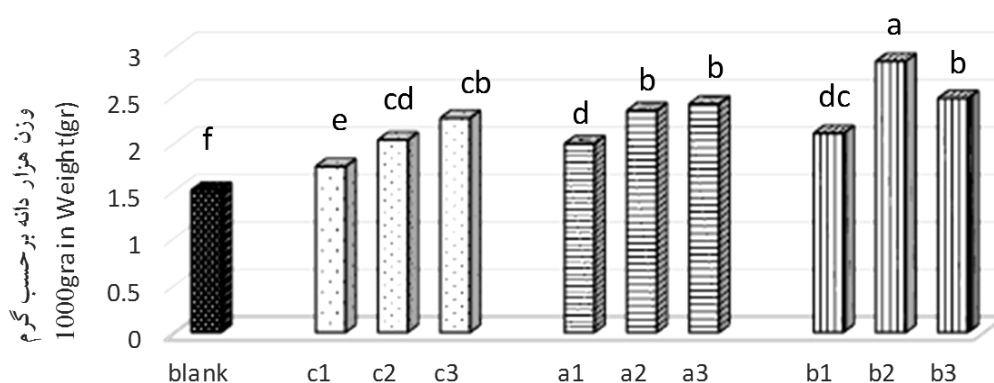
نحوه کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک

the application method and different levels of humic acid

شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد دانه در خورجین تحت تأثیر روش کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک.

Figure 3. Mean comparison for the seed per silique as affected by application method and different levels of humic acid.

a, b و c به ترتیب مصرف خاکی، مصرف همراه با آب آبیاری و محلول پاشی (a<sub>1</sub>، a<sub>2</sub> و a<sub>3</sub> به ترتیب ۱، ۲ و ۴ گرم بر کیلوگرم خاک مصرف خاکی اسیدهومیک، b<sub>1</sub>، b<sub>2</sub> و b<sub>3</sub> به ترتیب ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک، c<sub>1</sub>، c<sub>2</sub> و c<sub>3</sub> به ترتیب ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴ محلول پاشی اسیدهومیک).



نحوه کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک  
the application method and different levels of humic acid

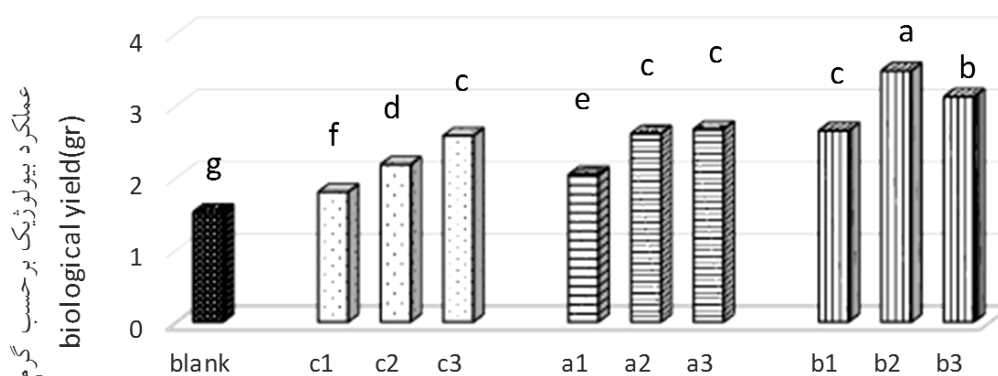
شکل ۴- مقایسه میانگین وزن هزاردانه تحت تأثیر روش کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک.

**Figure 4. Mean comparison for the 1000 grain weight as affected by application method and different levels of humic acid.**

a, b و c به ترتیب مصرف خاکی، مصرف همراه با آب آبیاری و محلول پاشی (a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> و a<sub>3</sub> به ترتیب ۱، ۲ و ۴ گرم بر کیلوگرم خاک مصرف خاکی اسیدهومیک. b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub> و b<sub>3</sub> به ترتیب ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک. c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub> و c<sub>3</sub> به ترتیب ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴ محلول پاشی اسیدهومیک).

جمله افزایش متابولیسم درون سلول‌ها و همچنین بالا بردن میزان کلروفیل در برگ‌ها، سبب ماندگاری بیش‌تر برگ‌ها شده، در نتیجه میزان عملکرد تولیدی و زیست‌توده تولیدی در گیاهان آلی افزوده می‌شود (۳۳). در آزمایش مشابه، مرادی‌توچای و همکاران (۲۰۱۲) گزارش دادند که اسیدهومیک عملکرد بیولوژیک بادام‌زمینی را افزایش می‌دهد (۳۱). عملکرد دانه و عملکرد زیستی نیازمند موازنه صحیح بین اندازه دستگاه فتوسنتزی و تداوم آن، سرعت فتوسنتز، سرعت انتقال و توزیع مواد فتوسنتزی به اندام‌ها، تعداد و اندازه دانه و ظرفیت آن‌ها از نظر تجمع مواد فتوسنتزی می‌باشد (۴۲). دلفین و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند که اسیدهومیک باعث افزایش آنزیم روبیسکو، فعالیت فتوسنتزی و عملکرد گیاه می‌شود (۲۰). قربانی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که با افزایش اسیدهومیک، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه ذرت افزایش می‌یابد (۲۴).

مطابق با جدول تجزیه واریانس، صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۵). عملکرد بیولوژیک برآیند مؤلفه‌های مختلفی از جمله ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، عملکرد دانه و ... می‌باشد. بنابراین، با توجه به این‌که صفات مذکور در حضور تیمارهای مورد آزمایش کم و بیش افزایش یافتند، بنابراین برآیند این صفات، افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک را در پی خواهد داشت. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار مصرف همراه با آب آبیاری با سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۳/۴۸ گرم بیش‌ترین و تیمار شاهد با میانگین ۱/۵۲ گرم کم‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیک اختصاص داده‌اند (شکل ۵). تای و بوهمه (۲۰۰۱) گزارش کردند که اسیدهومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می‌شود (۴۵). بر اساس نظر ناردی و همکاران (۲۰۰۲) اسیدهومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از



نحوه کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک  
the application method and different levels of humic acid

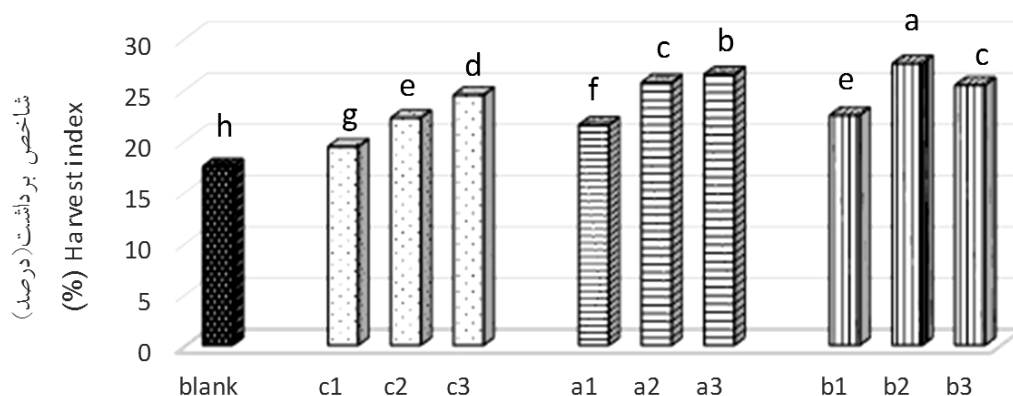
شکل ۵- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر روش کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک.

Figure 5. Mean comparison for the biological yield as affected by application method and different levels of humic acid.

a, b و c به ترتیب مصرف خاکی، مصرف همراه با آب آبیاری و محلول پاشی (a<sub>1</sub>، a<sub>2</sub> و a<sub>3</sub> به ترتیب ۱، ۲ و ۴ گرم بر کیلوگرم خاک مصرف خاکی اسیدهومیک، b<sub>1</sub>، b<sub>2</sub> و b<sub>3</sub> به ترتیب ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک، c<sub>1</sub>، c<sub>2</sub> و c<sub>3</sub> به ترتیب ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴ محلول پاشی اسیدهومیک).

پتاسیم را تسهیل می کند 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 می گردد و تولید نیترات کاهش می یابد که در نهایت این اثرات منجر به افزایش تولید می شود (۲۳). مرادی توچای و همکاران (۲۰۱۲) گزارش دادند محلول پاشی اسیدهومیک شاخص برداشت بادام زمینی را افزایش داد (۲۹).

شاخص برداشت به عنوان یک خصوصیت فیزیولوژیک پتانسیل گیاه در اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه را نشان می دهد. شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک می باشد. مقایسه میانگین داده ها نشان داد بیشترین مقدار شاخص برداشت با میانگین ۲۷/۴۷ درصد مربوط به مصرف همراه با آب آبیاری با سطح ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر و کمترین مقدار با میانگین ۱۷/۴۲ درصد مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۶). اسیدهومیک نفوذپذیری غشاهای سلولی را افزایش داده و بدین طریق ورود



نحوه کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک  
the application method and different levels of humic acid

شکل ۶- مقایسه میانگین شاخص برداشت تحت تأثیر روش کاربرد و سطوح مختلف اسیدهومیک.

Figure 6. Mean comparison for the Harvest index as affected by application method and different levels of humic acid.

a, b و c به ترتیب مصرف خاکی، مصرف همراه با آب آبیاری و محلول پاشی (a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> و a<sub>3</sub> به ترتیب ۱، ۲ و ۴ گرم بر کیلوگرم خاک مصرف خاکی اسیدهومیک. b<sub>1</sub>، b<sub>2</sub> و b<sub>3</sub> به ترتیب ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مصرف همراه با آب آبیاری اسیدهومیک. c<sub>1</sub>، c<sub>2</sub> و c<sub>3</sub> به ترتیب ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴ محلول پاشی اسیدهومیک).

برگ و اجزای عملکرد، را نسبت به روش‌های محلول‌پاشی و مصرف خاکی بیش‌تر افزایش داد. بیش‌ترین پارامترهای رشد رویشی، وزن تر و خشک ساقه و برگ و اجزای عملکرد مربوط به تیمار مصرف همراه با آب آبیاری در سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود.

### نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد روش‌های مصرف خاکی، محلول‌پاشی و مصرف همراه آب آبیاری نسبت به شاهد، سبب افزایش پارامترهای رشد رویشی، وزن تر و خشک ساقه و برگ و اجزای عملکرد گیاه کلزا شد، اما در مجموع مصرف اسیدهومیک همراه با آب آبیاری پارامترهای رشد رویشی، وزن تر و خشک ساقه و

### منابع

1. Abdel-Mawgoud, A.M.R., El-Greadly, N.H.M., Helmy, Y.I., and Singer S.M. 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic-based fertilizer and NPK fertilization. J. Appl. Sci. Res. 3: 2. 169-17.
2. Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A., and Idowu, O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. J. Plant Nutr. 27: 1163-1181.
3. Aiken, G.R., McKnight, D.M., Wershaw, R.L., and MacCarthy, P. 1985. Humic substances in soil, sediment, and water: geochemistry, isolation, and characterization. Wiley-Interscience. 21: 213-214.
4. Aiyafar, S., Minab Poudineh, H., and Forouzandeh, M. 2015. Effect of Humic Acid on Qualitative and Quantitative Characteristics and Essential Oil of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) under Water Deficit Stress. Inter. J. Sci. 4: 2. 2277-5641.

5. Albarzinjy, M., Stolen, O., and Christiansen, J.L. 2003. Comparison of growth, pod distribution and canopy structure of old and new cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Acta Agriculture Scandinavia, Section B- oil & Plant Sciences. 53: 3. 138-146.
6. Allison, L.E., and Moodie, C.D. 1965. Carbonate. Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, WI, Pp: 1379-1396.
7. Atiyeh, R.M., Lee, S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., and Metzger, J.D. 2002. The influence of humic acids derived from earth worm processed organic wastes on plant growth. Soil Ecology Laboratory. 84: 1. 7-14.
8. Basalma., D. 2008. The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Res. J. Agric. Biol. Sci. 4: 2. 120-125.
9. Bandani, M., Mobasser, H.R., and Sirusmehr, A. 2014. Effect of organic fertilizer on length of pod, biological yield and number of seeds per pod in mung bean (*Vigna radiata* L.). Inter. Res. J. Appl. Bas. Sci. 8: 7. 763-766.
10. Berg, M.G., and Hugh Gardner, E. 1978. Methods of soil analysis used in the soil testing laboratory at Oregon State University. Corvallis, Or. Agricultural Experiment Station, Oregon State University. 89: 4. 16.
11. Beheshti, S., Tadayn, A., and Fallah, S. 2017. Effect of humic acid levels on yield components of lima beans (*phaseolus lunatus* L.) under drought stress conditions. Iran. J. Puls. Res. 7: 2. 175-187. (In Persian)
12. Bouyoucos, G.J. 1936. Direction for making mechanical analysis of soils by the hydrometer method. J. Soil Sci.. 41: 225-228.
13. Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-total. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methods of soil an 2), Pp: 595-624.
14. Chamani, F., Khodabande, N., asgharzade, A., and Dvodifard, M. 2012. effects of salinity stress on yield and yield components inoculated wheat by plant growth bacteria (*azotobacter chroocccum*, *azospirillum lipoferum*, and *pseudomonase putida*) and humic acid. Iran. J. Agron. Plant Breed. 8: 1. 25-37.
15. Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity. P 891-901, In: C.A. Black (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy, Madison, Wis, USA.
16. Chen, Y., and Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. P 161-186, In: Mac Carthy et al. (Eds.), Humic Substances in Soil and Crop Science: Selected Readings, SSSA and ASA, Madison, WI, USA.
17. Chen, Y., Clapp, C.E., and Magen, H. 2004. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances. The role of organo-iron complexes. Soil Sci. Plant Nutr. 50: 7. 1089-1095.
18. Cordeiro, F., Catarina, C., Silveira, V., and Souza, S. 2011. Humic acid effect on catalase activity and the generation of reactive oxygen species in corn (*Zea mays*). Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. 75: 1. 70-74.
19. David, P.P. 1992. Effects of applied humic acids on yield, growth, nutrient accumulation/content in selected vegetable crops and soil interactions that reduce their effectiveness, Pp: 1136-1136.
20. Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable Development. 25: 1. 183-191.
21. Dreccer, M.F., Schapendonk, A.H.C.M., Slafer, G.A., and Rabbinge, R. 2000. Comparative response of wheat and oilseed rape to nitrogen supply: absorption and utilization efficiency of radiation and nitrogen during the reproductive stages determining yield. Plant and Soil. 220: 189-205.
22. FAO. 2007. Food and agriculture organization of the united nations, Rome.
23. FuJiu, C., Dao Qi, Y., and Qing Sheng, W. 1995. Physiological effects of humic acid on drought resistance of wheat (in Chinese). Yingyong Shengtai Xuebao. 6: 4. 363-367.
24. Ghorbani, S., Khazaei, Hr., Kafi, M., and Banaeian Avval, M. 2010. Effect of humic acid in water irrigation on yield and yield components on corn (*Zea mays* L.). J. Agroecol. 2: 1. 111-118. (In Persian)

25. Giasuddin, A.B.M., Kanel, S., and Choi, H. 2007. Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. *Environment Science Technology*. 41: 6. 2022-2027.
26. Heidari, M., and Kahlil, S. 2014. Effect of humic acid and phosphorus fertilizer on seed and flower yield, photosynthetic pigments and mineral elements concentration in sour tea (*Hisbiscus sabdariffa L.*). *Iran. J. Field Crop Sci.* 45: 2. 191-199. (In Persian)
27. Jahan, M., Sohrabi Renani, R., Davaei, F., and Behzad Amiri, M. 2014. The Effect of hydrogeal Super Absorbent Adsorption on Soil and Humic Acid Spread on Some Agro-Cocological Characteristics of Beans (*Phaseolus vulgaris L.*) in Mashhad Conditions. *Ecological Agriculture*. 2: 3. 71-90. (In Persian)
28. Latifi, N., and Mohammad dust, H. 1998. Effect of time and amount of nitrogen fertilizer on grain yield of three cultivars of wheat in dry conditions. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 1-2: 82-88. (In Persian)
29. Liu, C., Cooper, R.J., and Bowman, D.C. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. *HortScience*. 33: 6. 1023-1025.
30. Mohammadipour, E., Golchin, A., Mohammadi, J., Negahdar, N., and Zarchini, M. 2012. Effect of humic acid on yield and quality of marigold (*Calendula officinalis L.*). *Annals of Biological Research*. 3: 11. 5095-5098.
31. Moraditochae, M. 2012. Effects of humic acid foliar spraying and nitrogen fertilizer management on yield of peanut (*Arachis hypogaea L.*) in Iran. *ARPN J. Agric. Biol. Sci.* 7: 4. 289-293.
32. Morshdi, A., Malakoti, J., and Naghibi, H. 1998. The effect of iron and zinc spraying on yield quality and enrichment of canola seeds in Bardsir, Kerman. *Water Soil J.* 12: 12. 56-57. (In Persian)
33. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higherplants. *Soil Biol. Biochem.* 34: 11. 1527-1536.
34. Olsen, S.R. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture; Washington.
35. Padem, H., Ocal, A., and Alan, R. 1997. Effect of humic acid added to foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. In *International Symposium Greenhouse Management for Better Yield & Quality in Mild Winter Climates*. 491: 241-246.
36. Page, A.L.V., and Keeney, M.R.H. 1992. *Method of Soil Analysis*. American Society of Agronomy. Madison, WI. USA.
37. Peña-Méndez, E.M., Havel, J., and Patočka, J. 2005. Humic substances—compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment and biomedicine. *J. Appl. Biomed.* 3: 1. 13-24.
38. Rao, M.S.S., and Mendham, N.J., and Buzza, G.C. 1991. Effect of the apetalous flower character on the radiation distribution in the crop canopy, yield and its components of oilseed rape (*Brassica napus*). *J. Agric. Sci. Camb.* 117: 189-196.
39. Samavat, S., and Malakoti, M. 2005. Necessity of produce and utilization of organic acids for increase of quality and quantity of agricultural products. Sana Publication, Tehran. (In Persian with English Summary)
40. Schmidt, R.E., and Xunzhong, Z. 1998. How humic substances help turfgrass grow. *Golf Course Management*, Pp: 65-67.
41. Shahsavan Markahdeh, M., and Chamani, E. 2014. Effect of concentration and time of different application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of cut flower cut "*Hanza cultivar*". *Science and Technology of Greenhouse Cultivars*. 5: 3. 157-170. (In Persian)
42. Tadayyon, A., Beheshti, S., and Pessarakli, M. 2017. Effects of Sprayed Humic Acid, Iron and Zinc on Quantitative and Qualitative Characteristics of Niger Plant (*Guizotia abyssinica L.*). *J. Plant Nutr.* 40: 00-00.

43. Tahir, M.M., Khurshid, M., Khan, M.Z., Abbasi, M.K., and Kazmi, M.H. 2011. Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. *Pedosphere*. 21: 124-131.
44. Tattini, M., Bertoni, P., Landi, A., and Traversim, M.L. 1991. Effect of humic acids on growth and biomass partitioning of container grown olive plants. *Acta Horticulturae*. 294: 75-80.
45. Thi, L.H., and Bohme, M. 2001. Influence of humic acid on the growth of tomato in hydroponic systems. *Acta Horticulturae*. 548: 451-458.
46. Turkmen, N., Dursan, A., Turan, M., and Erdinc, C. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. *Acta Agric. Scandinavica, Section B-Soil and Plant Sci.* 54: 3. 168-174.
47. Türkmen, Ö., Dursun, A., Turan, M., and Erdinç, Ç. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*. 54: 3. 168-174.
48. Türkmen, Ö. 2005. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. *J. Biol. Sci.* 5: 5. 568-574.
49. Ulukan, H. 2008. Effect of soil applied humic acid at different sowing times on some yield components in wheat hybrids. *Inter. J. Bot.* 4: 2. 164-175.
50. Valdrighi, M.M., Pear, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D., and Vallini, G. 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*) soil system: a comparative study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 58: 133-144.
51. Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*. 37: 1. 29-38.





## **Impact of application method and different levels of humic acid on vegetative growth parameters and yield components of canola (*Brassica napus* L.)**

**\*T. Nazari<sup>1</sup>, M. Baranimotlagh<sup>2</sup>, E. Dordipour<sup>2</sup>, R. Ghorbani Nasrabadi<sup>3</sup>  
and S. Sefidgar Shahkolae<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>4</sup>Ph.D. Student, Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 08/10/2017; Accepted: 11/11/2017

### **Abstract**

**Background and Objectives:** Application of organic materials, such as humic acid, prevent from environmental pollution and also increases sustainability by decline the harmful impacts of industrial fertilizers in agroecosystems. Humic acid has quasi-hormonal activity and not only increases plant growth and absorption of nutrients, but also improves plant resistance to the stresses.

**Materials and Methods:** In order to determine the effects of application method and different levels of humic acid on vegetative growth parameters and yield components of rapeseed (variety Hayola 308), a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with 10 treatments in 4 replications. Treatments included soil application of humic acid in 3 levels (1, 2 and 4 g/kg soil), spraying of humic acid in 3 levels (0.1, 0.2 and 0.4%) with irrigation water at 3 levels (1000, 2000 and 4000 mg/l) and control (acid humic-free). Soil application in the form of humic acid powder and in cropping time based on the soil weight of the pots and for spraying and consumption along with irrigation water, each of the spraying and together with irrigation water levels is divided into three equal parts and in three stages (establish of the plant, stem elongation and flowering) used. Spraying was performed at the end of the day and in order to make it more effective, several drops of moyan (foliar soap) were used to wet the leaves. The studied traits included leaf and stem fresh and dry weight, height bush, number of leaves and flowers, time to first flowering, silique length, seed per silique and silique per plant and 1000 grain weight, biological yield and harvest index.

**Results:** The results of variance analysis of vegetative growth parameters, and yield components showed that all traits except leaf number per plant and leaf dry weight were significant at 1% level. The highest height, wet weight of leaf and stem and leaf and stem dry weight were related to treatment with 2000 mg/lit with irrigation water and the lowest was for control treatment. The highest number of flowers and amount of time to the first flowering was associated with 4000 mg/L treatment with irrigation water and control, whereas the lowest values for these traits respectively belonged to the control and 4000 mg/L acid humic treatment with irrigation water. Also, the highest yield and yield components were related to treatment with 2000 mg/ L with irrigation water. The treatment of 2000 mg/L humic acid with irrigation water, due to the high dry weight of leaf and stem, seed per silique and silique per plant and 1000 grain weight, had the highest biological yield and harvest index, as well as the highest Biological yield and harvest index were 0.4% for spraying and 4 g/kg soil for soil application and its lowest for control treatment.

**Conclusion:** Application of humic acid can improve canola vegetative growth parameters and it could be used as a natural organic material to increase crop yield. The results showed that all three methods increased vegetative growth parameters, and yield components compared to control, but in general, 2000 mg/L acid humic with irrigation water was more effective than two methods of soil use and spray application.

**Keywords:** 1000 grain weight, Biological yield, Canola, Harvest index, Humic acid

\* Corresponding Author; Email: [talebnazari@yahoo.com](mailto:talebnazari@yahoo.com)

