

تأثیر کاربرد برخی کودهای آلی و شیمیایی بر صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)

سودابه مفاخری*

*نویسنده مسئول: استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
(smafakheri@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۱۰

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی شنبلیله، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار؛ کاربرد عصاره جلبک دریایی (محلول پاشی با غلظت یک میلی‌گرم در لیتر)، هیومیک اسید (محلول در آب آبیاری با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، کود شیمیایی پرمصرف (نیترژن، فسفر و پتاس به ترتیب به مقدار ۰/۰۸، ۰/۰۶ و ۰/۱ گرم در کیلوگرم خاک گلدان) و شاهد (بدون استفاده از کود) و ۷ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. نتایج نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته (۲۴/۹۳ سانتی‌متر)، بیشترین وزن تر بوته (۱۴/۶۶ گرم)، بیشترین وزن خشک بوته (۹/۷۳ گرم)، بیشترین تعداد نیام در بوته (۱۲/۱۲ عدد) و بالاترین وزن هزار دانه (۱۰/۲۲ گرم)، در حضور کاربرد عصاره جلبک حاصل گردید. در رابطه با صفت تعداد بذر در نیام، تیمارهای عصاره جلبک، هیومیک اسید و کود شیمیایی به لحاظ آماری در یک سطح قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. هم‌چنین تیمار عصاره جلبک، بیشترین مقدار کلروفیل کل (۱/۹۸ میلی‌گرم در گرم برگ تازه)، بالاترین مقدار کلروفیل‌های a و b (به ترتیب ۱/۳ و ۰/۶۸ میلی‌گرم در گرم برگ تازه)، بیشترین مقدار اسکوریک اسید (۰/۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم برگ تازه)، بالاترین مقدار کارتنوئید (۰/۲۷ میلی‌گرم در گرم برگ تازه) و بیشترین درصد اسانس (۰/۹۷ درصد) را باعث گردید. به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین درصد اسانس تحت تأثیر رژیم‌های کودی مختلف دیده نشد و هر سه کود عصاره جلبک، هیومیک اسید و کود شیمیایی سبب افزایش مقدار اسانس در مقایسه با تیمار شاهد شدند. مصرف هیومیک اسید نیز تأثیر معنی‌داری بر افزایش کلروفیل a و اسید اسکوریک نشان داد.

کلید واژه‌ها: اسانس، عصاره جلبک دریایی، کارتنوئید، کلروفیل، هیومیک اسید

مقدمه

شنبليله با اسم علمی *Trigonella foenum-graecum* L. گیاهی است علفی و یک‌ساله از خانواده Fabaceae که ارتفاع آن تا ۵۰ سانتی‌متر می‌رسد. شنبلیله در طب سنتی ایران و ملل مختلف سابقه مصرف دیرینه داشته و خواص درمانی چشمگیری برای آن ذکر شده است، به طوری که اثرات ضد درد، ضد التهاب، ضد سرطان، کاهش‌دهنده کلسترول و تری‌گلیسرید خون، درمان‌کننده دیابت و سل از

این گیاه گزارش شده است (Mandegari et al., 2012). هم‌چنین برگ گیاه شنبلیله جهت تسکین سرفه‌های سرد، ورم طحال و کبد، درد کمر و برودت مثنانه به کار می‌رود (Dini, 2006). کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی در کشاورزی باعث مشکلات زیست‌محیطی زیادی مانند تخریب ساختمان فیزیکی خاک، عدم تعادل غذایی خاک و اوتروفیکاسیون آب‌ها شده است. از این رو کودهای آلی

باعث بهبود ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و به دلیل دارا بودن ترکیبات هورمونی، اثرات مثبت قابل ملاحظه‌ای بر شاخص‌های کمی و کیفی محصولات کشاورزی دارد (Sabzevari and Khazaei, 2009)؛ (Sabzevari et al., 2010).

اسید هیومیک یک ترکیب پلیمری آلی طبیعی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت و لیگنین به وجود می‌آید و باعث افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (Ghorbani et al., 2010). محققان نشان دادند که این ماده می‌تواند جوانه‌زنی دانه‌ها را در چندین گونه تحریک کند هم‌چنین آن‌ها دریافتند اسید هیومیک باعث افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن، کلسیم، منیزیم، فسفر و پتاسیم می‌گردد. اسید هیومیک با اسیدی کردن خاک سبب تسهیل در انحلال آهن و پتاسیم گشته و میزان دسترسی به عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (Biggs et al., 1989). در بسیاری از منابع به اثرات مفید مواد هیومیکی بر رشد ریشه و ریشه‌های مویین اشاره شده است. افزایش سطح ریشه‌ها و ریزوسفر سبب جذب بهتر برخی عناصر نظیر پتاسیم یا فسفر می‌گردد (Haghparsat et al., 2012). هم‌چنین علت افزایش جذب پتاسیم در تیمارهای دارای اسید هیومیک را می‌توان ناشی از افزایش قابلیت جذب این عنصر به واسطه تحریک مواد هیومیکی دانست (Poozeshi et al., 2011). تأثیر مثبت هیومیک اسید بر صفات رشدی لویا سبز، از جمله تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی، وزن تر و خشک بوته، ارتفاع بوته و ... توسط El Basoni et al. (2010) گزارش شده است.

حفظ محیط‌زیست و دستیابی به توسعه پایدار یکی از مباحث اصلی است که در سرلوحه برنامه کشورهای مختلف جهان از جمله کشور ما قرار گرفته است، با توجه به اثرهای نامطلوب مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی که سبب بهم خوردن تعادل عناصر غذایی، کاهش عملکرد و کیفیت محصولات و آلودگی منابع آب و خاک گردیده است، پیدا کردن روشی که بتواند از مصرف این کودها بکاهد، ضروری به نظر می‌رسد. در

می‌تواند جایگزین مناسبی برای این مواد در کشاورزی زیستی باشند. این کودها دارای مقادیر مناسبی از عناصر مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن و فسفر و سایر مواد آلی بوده، از این رو ضمن بهبود ساختمان خاک باعث بهبود تولید محصولات زراعی می‌شوند (Wu et al., 2005). از جمله این کودهای آلی با ارزش، می‌توان به عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید اشاره کرد. با این که استفاده از جلبک دریایی به عنوان یک منبع غذایی برای انسان از ۷۰۰ سال قبل از میلاد مسیح توسط چینی‌ها و ژاپنی‌ها مطرح بوده است، اما به عنوان یک نهاده کشاورزی، اولین بار در قرن ۱۲ میلادی توسط انگلیسی‌ها مورد استفاده قرار گرفت، با تولید کودهای شیمیایی به تدریج مصرف آن‌ها به دست فراموشی سپرده شد تا این که در دهه‌های ۵۰ و ۶۰ قرن بیستم علاقه به تولید محصولات زیستی باعث شد دوباره توجه به این ماده با ارزش جلب شود. امروزه استفاده از عصاره جلبک دریایی به میزان فراوان در کشورهایی مانند انگلیس، رومانی، چین و فرانسه برای تولید محصولات گیاهی سالم، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Verkleij, 1992). نتایج بررسی‌ها نشان داده که کاربرد عصاره جلبک باعث افزایش رشد گیاه، تحریک رشد ریشه، تأخیر در پیری و بهبود تحمل به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری و درجه حرارت می‌شود (Kingman and Moore, 1982)؛ (Ludwig-Muller, 2000). افزایش رشد تحت تأثیر محلول‌پاشی عصاره جلبک به اثبات رسیده است. عصاره جلبک تأثیر مفیدی روی گیاهان، به دلیل داشتن هورمون‌های رشد سیتوکینین، IBA و IAA و عناصری مانند آهن، مس، روی، کبالت، مولیبدن، منگنز، نیکل، ویتامین‌ها و آمینواسیدها دارد (Taghadosi et al., 2012).

Eris et al. (2008) نشان دادند که محلول‌پاشی فلفل با عصاره جلبک دریایی سبب افزایش رشد و مقدار محصول این گیاه شده است.

در بین کودهای سازگار با طبیعت، هیومیک اسید به عنوان یک اسید آلی بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی،

هیومیک اسید و دو درصد فولیک اسید، ساخت شرکت زاگ ایران بود. در طی دوره رشد، مراقبت‌های زراعی لازم صورت گرفت. در مرحله گلدهی کامل از هر گلدان دو بوته برداشت گردید و سه بوته برای بذردهی نگه داشته شد. پس از برداشت فاکتورهای مورفولوژیکی از جمله ارتفاع بوته و وزن تر اندازه‌گیری گردید. بوته‌های برداشت شده، به روش طبیعی در شرایط سایه خشک شده و پس از خشک شدن کامل، وزن خشک بوته ثبت گردید. از بوته‌های باقی مانده در گلدان‌ها، پس از رسیدن کامل بذر، نمونه‌برداری شده و تعداد نیام در بوته، تعداد بذر در نیام و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. اسانس‌گیری از نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با بخار آب انجام گرفت. به این منظور از ۲۰ گرم بذر آسیاب شده به همراه ۴۰۰ سی‌سی آب استفاده شد. زمان لازم برای استخراج اسانس‌ها ۳ ساعت بود (Mirhashemi *et al*, 2009).

این راستا، هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی عصاره جلبک و هیومیک اسید بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی شنبلیله و سنجش امکان جایگزینی کود شیمیایی با این دو کود زیستی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار شامل: کاربرد عصاره جلبک دریایی، هیومیک اسید، کود شیمیایی ماکرو و شاهد (بدون استفاده از کود) و ۷ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. گلدان‌هایی پلاستیکی به ارتفاع ۳۲ سانتی‌متر و قطر دهانه ۳۰ سانتی‌متر تهیه و پس از نامگذاری به صورت تصادفی قرار گرفتند. بذرهاى مورد نیاز برای کشت، از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید، گلدان‌ها پس از نامگذاری با ۵ کیلوگرم خاک مزرعه پر شدند. تیمار کود شیمیایی به مقدار توصیه شده در هکتار، برای شنبلیله در نظر گرفته شد، به نسبت وزن خاک گلدان محاسبه گردید و (نیتروژن، فسفر و پتاس به ترتیب به مقدار ۰/۰۸، ۰/۰۶ و ۰/۱ گرم در کیلوگرم خاک گلدان به ترتیب معادل با ۱۶۰، ۱۲۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، همزمان با کشت و به صورت مخلوط کردن کود با خاک سطحی، اعمال گردید. در اسفند ماه ۱۳۹۴ بذرها در سطح گدان کشت شدند. در مرحله ظهور دو برگ اصلی، تنک کردن انجام و در هر گلدان پنج بوته نگهداری شد. پس از ظهور چهار برگ اصلی تیمارهای عصاره جلبک و هیومیک اسید اعمال گردید. در این پژوهش عصاره جلبک دریایی با نام تجاری Bio-Algae محصول شرکت زاگ ایران، با غلظت یک میلی‌گرم در لیتر آب، به صورت محلول‌پاشی استفاده شد. تیمار با این کود در سه مرحله و با فواصل دو هفته یک‌بار صورت گرفت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایشی و ترکیبات شیمیایی تشکیل‌دهنده عصاره جلبک در جدول‌های (۱) و (۲) آمده است. تیمار اسید هیومیک نیز به صورت محلول در آب آبیاری و با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و در سه مرحله با فواصل دو هفته یک‌بار انجام گردید. اسید هیومیک استفاده شده در این تحقیق حاوی ۱۵ درصد

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایشی

Table 1. Physical and chemical properties of experimental soil

مقدار Quantity	خصوصیات فیزیکی و شیمیایی Physical and chemical properties
لوم	بافت خاک
Loam	Soil texture
31	رس (درصد)
	Clay%
35	لوم (درصد)
	Silt%
34	شن (درصد)
	Sand%
12.7	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون) Available Phosphorus (ppm)
145	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون) Available Potassium (ppm)
0.08	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)
0.71	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)
7.4	اسیدیته pH
2.31	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity (dS/m ⁻¹)

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی تشکیل دهنده کود عصاره جلبک

Table 2. chemical properties of seaweed extract fertilizer

منیزیم Mg	بر B	منگنز Mn	آهن Fe	نیتروژن N	پتاسیم K ₂ O	فسفر P ₂ O ₅	روی Zn	گوگرد S	کربن (درصد) C	آمینو اسید (درصد) Amino acid
									(%)	(%)
									(%)	(%)
1000	20	150	400	4000	4000	800	50	4000	15	20

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 * A_{663} - 0.86 * A_{645}) / 100W$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 * A_{645} - 3.6 * A_{663}) / 100W$$

$$\text{Carotenoides} = 100(A_{480}) - 3.27(\text{mg chl. a}) - 104 (\text{mg chl. b}) / 227$$

$V =$ حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)

$$A = \text{جذب نور در طول موج های } ۶۶۳, ۶۴۵ \text{ و } ۴۸۰ \text{ نانومتر}$$

$$W = \text{وزن تر نمونه بر حسب گرم}$$

جهت تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از نرم افزار آماری SPSS²² و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌های به دست آمده توسط روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح پنج درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات ارتفاع بوته، وزن تر بوته و وزن خشک بوته در سطح احتمال یک درصد و بر صفات تعداد نیام در بوته، تعداد بذر در نیام و وزن هزار دانه، در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول ۳). همان گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بالاترین ارتفاع بوته در تیمار کاربرد عصاره جلبک و به میزان ۲۴/۹۳ سانتی متر حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد (۱۹/۳ سانتی متر) بیش از ۲۲ درصد افزایش نشان داد. با این وجود ارتفاع بوته در تیمارهای کاربرد عصاره جلبک و کاربرد کود شیمیایی به لحاظ آماری در یک سطح قرار گرفتند و تفاوتشان معنی دار نشد. هم چنین بیشترین وزن تر بوته (۱۴/۶۶ گرم)، بیشترین وزن خشک

اندازه گیری صفات بیوشیمیایی

مقدار آسکوربیک اسید نمونه‌های برگ شنبلیله مطابق با روش‌های توضیح داده شده توسط کلین و پری با کمی تغییر اندازه گیری شد (Klein and Perry, 1982). پنج گرم از برگ‌های خشک شده با متانول و توسط دستگاه سوکسله به مدت ۴ ساعت عصاره گیری شد. سپس عصاره توسط کاغذ صافی، صاف شده و با دستگاه روتاری در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد تغلیظ شد. ۵۰ میلی گرم از عصاره تغلیظ شده با ۵۰ میلی لیتر اسید متافسفریک یک درصد به مدت ۴۵ دقیقه عصاره گیری شد. عصاره مجدداً توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۴ صاف شد. یک میلی لیتر از عصاره فیلتر شده با ۹ میلی لیتر محلول آماده شده ۲ و ۶ دی کلروفنول ایندوفنول مخلوط و ۳۰ دقیقه بعد عدد جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت گردید. منحنی استاندارد توسط غلظت‌های مختلف آسکوربیک اسید رسم و غلظت آسکوربیک اسید نمونه‌ها بر اساس میلی گرم آسکوربیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن نمونه بیان شد.

برای اندازه گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی ۰/۲۵ گرم از برگ‌های جوان در ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد قرار داده شد، سپس نمونه‌ها در سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ده دقیقه سانتریفیوژ گردید و مقدار کلروفیل a در طیف جذبی ۶۶۳ نانومتر، مقدار کلروفیل b در ۶۴۶ نانومتر و مقدار کارنوئیدها در ۴۸۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت و به کمک فرمول‌های زیر، بر اساس میلی گرم کلروفیل در گرم برگ تازه محاسبه شد (Dere et al., 1998).

هیومیک اسید نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) مقدار کلروفیل a حدود ۳۴ درصد و اسید اسکوریک نیز حدود ۱۲ درصد بیشتر بود. به لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین درصد اسانس تحت تأثیر رژیم های کودی مختلف دیده نشد و هر سه کود عصاره جلبک، هیومیک اسید و کود شیمیایی سبب افزایش مقدار اسانس در مقایسه با تیمار شاهد شدند که این افزایش در حالت استفاده از عصاره جلبک حدود ۲۹ درصد بود. بیشترین عملکرد اسانس در گلدان، نیز مربوط به گیاهان تیمار شده با عصاره جلبک (۰/۱۴) و کود شیمیایی (۰/۱۱) بود (جدول ۶).

همبستگی صفات

بررسی همبستگی صفات نشان داد که ارتفاع بوته با صفات وزن تر، وزن خشک، مقدار کلروفیل کل، کلروفیل a و b، مقدار کارتنوئید و درصد اسانس همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال یک درصد دارد (جدول ۷). وزن خشک بوته نیز با صفات تعداد میوه در بوته، کلروفیل کل، کلروفیل a و درصد اسانس در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت و معنی دار دارد. وزن هزار دانه، فقط با صفت درصد اسانس همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال پنج درصد داشت. کلروفیل کل با کلروفیل a و b، کارتنوئید و درصد اسانس در سطح یک درصد و با اسکوریک اسید در سطح پنج درصد همبستگی مثبت و معنی دار نشان داد (جدول ۷).

در راستای بهره گیری از منابع طبیعی به عنوان جایگزین های ارزان و سالم برای کودهای شیمیایی؛ کاربرد کودهای زیستی از جمله عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید، گزینه بسیار مناسبی است (Kocira et al., 2013). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که عصاره جلبک تأثیر معنی داری بر صفات مرفولوژیکی اندازه گیری شده شبلیله دارد (جدول ۴). به نظر می رسد تسهیل رشد و افزایش فاکتورهای رشدی گیاه می تواند به دلیل وجود ترکیبات تسهیل کننده رشد و هم چنین عناصر ماکرو و میکرو موجود در این کود باشد (Pise and Sabale, 2010).

بوته (۹/۷۳ گرم)، بیشترین تعداد نیام در بوته (۱۲/۱۲ عدد)، بالاترین وزن هزار دانه (۱۰/۲۲ گرم) و بالاترین مقدار عملکرد بذر در گلدان (۱/۴۸ گرم) در تیمار کاربرد عصاره جلبک حاصل گردید. استفاده از کود شیمیایی نیز به لحاظ آماری در صفات ارتفاع بوته، وزن تر بوته، تعداد نیام در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد بذر در گلدان، با تیمار محلولپاشی با عصاره جلبک در یک سطح قرار گرفتند. در رابطه با صفت تعداد بذر در نیام، تیمارهای عصاره جلبک، هیومیک اسید و کود شیمیایی به لحاظ آماری در یک سطح قرار گرفته و تفاوت معنی داری بین آن ها مشاهده نشد (جدول ۴).

فاکتورهای بیوشیمیایی

همان گونه که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) مشاهده می شود، تأثیر تیمارهای آزمایشی بر کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b، کارتنوئید، درصد اسانس و عملکرد اسانس بذرها، در سطح احتمال یک درصد و بر مقدار اسکوریک اسید در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید. بررسی میانگین داده های آزمایشی نشان داد که تیمار عصاره جلبک، بیشترین میزان کلروفیل کل (۱/۹۸ میلی گرم در گرم برگ تازه)، بالاترین مقدار کلروفیل های a و b (به ترتیب ۱/۳ و ۰/۶۸ میلی گرم در گرم برگ تازه)، بیشترین مقدار اسکوریک اسید (۰/۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم برگ تازه)، بالاترین مقدار کارتنوئید (۰/۲۷ میلی گرم در گرم برگ تازه) و بیشترین درصد اسانس (۰/۹۷ درصد) را باعث گردید. استفاده از عصاره جلبک سبب افزایش معنی دار میزان کلروفیل کل در مقایسه با تیمار شاهد (۰/۹۶ میلی گرم در گرم برگ تازه) شده است. هم چنین کلروفیل های a و b نیز نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی دار نشان دادند. میزان اسکوریک اسید در حضور کود عصاره جلبک ۲۵ درصد بیشتر از حالت عدم استفاده از کود در تیمار شاهد بود. هیومیک اسید نیز تأثیر معنی داری بر افزایش کلروفیل a و اسید اسکوریک نشان داد به طوری که در شرایط کاربرد

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر کوددهی بر صفات مورفولوژیکی شنبلیله

Table 3- Analysis of variance for the effect of fertilization on morphological traits of Fenugreek

میانگین مربعات Mean Square						درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variance
وزن هزار دانه 1000 seeds weight	تعداد بذر در نیام Number of seed per pod	تعداد نیام در بوته Number of pod per plant	وزن خشک بوته Plant dry weight	وزن تر بوته Plant fresh weight	ارتفاع بوته Plant height		
5.236*	9.902*	36.301*	7.285**	17.019**	40.824**	3	تیمار Treatment
1.749	3.398	12.402	0.878	2.527	5.802	24	خطای آزمایش Error
15.6	19.05	19.48	14.58	15.48	13.7		ضریب تغییرات (درصد) C.V.%

ns, * and ** show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively.

ns, * and ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می دهد.

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر کوددهی بر صفات مورفولوژیکی شنبلیله

Table 4. Means comparison of morphological traits of Fenugreek

عملکرد بذر (گرم در گلدان) Seed yield (gr/pot)	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seeds weight (gr)	تعداد بذر در نیام Number of seed per pod	تعداد نیام در بوته Number of pod per plant	وزن خشک بوته (گرم) Plant Dry Weight (gr)	وزن تر بوته (گرم) Plant Fresh Weight (gr)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	تیمار Treatment
1.48 ^a	10.22 ^a	11.5 ^a	12.12 ^a	9.73 ^a	14.66 ^a	24.93 ^a	عصاره جلبک Seaweed extract
0.90 ^{bc}	9.17 ^{ab}	11.62 ^a	8.37 ^b	8.19 ^{bc}	12.43 ^{bc}	21.92 ^b	هیومیک اسید Humic acid
1.19 ^{ab}	9.64 ^{ab}	11.28 ^a	11 ^{ab}	8.62 ^b	13.47 ^{ab}	22.95 ^{ab}	کود شیمیایی NPK
0.44 ^c	8.23 ^b	9.14 ^b	7.43 ^b	7.38 ^c	11.11 ^c	19.3 ^c	شاهد Control

میانگین هایی که در هر ستون با حروف مشابه مشخص شده اند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level.

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر کوددهی بر صفات بیوشیمیایی سنبليله

Table 5. Analysis of variance for the effect of fertilization on biochemical traits of Fenugreek

میانگین مربعات Mean Square							درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variance
درصد اسانس Essential oil %	کارتنوئید Total carotenoids	اسکوربیک اسید Ascorbic acid	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل کل Total chlorophyll			
0.098**	0.048**	0.015*	0.320**	0.410**	1.431**	3	تیمار Treatment	
0.012	0.002	0.005	0.010	0.017	0.035	24	خطای آزمایش Error	
16.9	14.5	22	15.1	12.5	17.8		ضریب تغییرات (درصد) C.V.%	

ns, * and ** show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively.

ns, * and ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می دهد.

جدول ۶- مقایسه میانگین تأثیر کوددهی بر صفات بیوشیمیایی سنبليله

Table 6. Means comparison of biochemical traits of Fenugreek

عملکرد اسانس در گلدان Essential oil yield per pot	درصد اسانس Essential oil (%)	کارتنوئید	اسکوربیک اسید	کلروفیل b	کلروفیل a	کلروفیل کل	تیمار Treatment
		(میلی گرم در گرم برگ تازه) Total carotenoids (mg/grFW)	(میلی گرم در ۱۰۰ گرم برگ تازه) Ascorbic acid (mg/100grFW)	(میلی گرم در گرم برگ تازه) Chlorophyll b (mg/grFW)	(میلی گرم در گرم برگ تازه) Chlorophyll a (mg/grFW)	(میلی گرم در گرم برگ تازه) Total chlorophyll (mg/grFW)	
0.014 ^a	0.97 ^a	0.27 ^a	0.40 ^a	0.68 ^a	1.30 ^a	1.98 ^a	عصاره جلبک Seaweed extract
0.007 ^{bc}	0.85 ^a	0.20 ^b	0.34 ^{ab}	0.51 ^b	1.18 ^a	1.70 ^b	هیومیک اسید Humic acid
0.011 ^{ab}	0.88 ^a	0.16 ^b	0.32 ^b	0.41 ^b	0.93 ^b	1.35 ^c	کود شیمیایی NPK
0.003 ^c	0.69 ^b	0.08 ^c	0.30 ^b	0.18 ^c	0.78 ^c	0.96 ^d	شاهد Control

میانگین هایی که در هر ستون با حروف مشابه مشخص شده اند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level.

جدول ۷- ضریب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در گیاه شنبلله
Table 7. Simple correlation coefficient between traits in Fenugreek

درصد اسانس Essential oil percentage	کارتنوئید کل Total carotenoids	اسید اسکوربیک Ascorbic acid	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل کل Total chlorophyll	وزن هزار دانه 1000 seeds weight	تعداد بذر در میوه Number of seed per fruit	تعداد میوه در بوته Number of fruit per plant	وزن خشک بوته Plant dry weight	وزن تر بوته Plant fresh weight	ارتفاع بوته Plant height	صفات Factors
											1	ارتفاع بوته Plant height
										1	0.810**	وزن تر بوته Plant fresh weight
									1	0.912**	0.786**	وزن خشک بوته Plant dry weight
								1	0.513**	0.492**	0.426*	تعداد میوه در بوته Number of fruit per plant
							1	0.371*	0.174	0.208	0.448*	تعداد بذر در میوه Number of seed per fruit
						1	0.202	0.316	0.432*	0.387*	0.348	وزن هزار دانه 1000 seeds weight
					1	0.341	0.427*	0.209	0.474**	0.447*	0.545**	کلروفیل کل Total chlorophyll
				1	0.958**	0.347	0.381*	0.185	0.467**	0.439*	0.551**	کلروفیل a Chlorophyll a
			1	0.807**	0.943**	0.298	0.435*	0.215	0.431*	0.409*	0.480**	کلروفیل b Chlorophyll b
		1	0.365*	0.466**	0.441*	0.348	-0.182	0.346	0.459*	0.404*	0.160	اسید اسکوربیک Ascorbic acid
	1	0.351	0.962**	0.783**	0.911**	0.283	0.405*	0.207	0.437*	0.429*	0.519**	کارتنوئید کل Total carotenoids
1	0.517**	0.373*	0.563**	0.497**	0.555**	0.396*	0.438*	0.239	0.574**	0.553**	0.541**	درصد اسانس Essential oil percentage

* and ** show significant at the 5 and 1 % respectively.

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

قوی شدن گیاه باشد. در توجیه نتایج به دست آمده شاید بتوان محرک‌های رشد موجود در جلبک دریایی، سایتوکینین‌های ترانس-زآتین، مواد اکسینی، بتائین و مواد شبه بتائین که باعث افزایش میزان کلروفیل یا ممانعت از تخریب کلروفیل می‌شوند، را عامل افزایش عملکرد از طریق افزایش فتوسنتز و تولید آسیمیلات‌ها توسط کلروفیل دانست (Blunden *et al.*, 1996; Strik and Staden, 1997; Crouch and Staden, 1992; Zhang, 1997; Whapham *et al.*, 1993). در این راستا، سایتوکینین‌ها نقش مهمی در انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به سمت میوه‌ها دارند و از این طریق موجب افزایش عملکرد محصولات کشاورزی می‌شوند (Adams-Phillips *et al.*, 2004). در تحقیقی که روی گیاه گوآر^۳ انجام گرفت، مشخص شد که کاربرد غلظت کم عصاره جلبک دریایی؛ تعداد میوه در بوته و وزن میوه را افزایش داد (Thirumaran *et al.*, 2009).

همان گونه که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، تیمارهای هیومیک اسید و کود شیمیایی نیز به طور معنی‌داری سبب افزایش تعداد بذر در نیام و وزن هزار دانه شده‌اند. به نظر می‌رسد، هیومیک اسید از طریق تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و هم‌چنین با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، سبب بهبود این فاکتورها گردیده‌است. تأثیر مثبت هیومیک اسید بر افزایش تعداد بذر در کپسول و وزن هزار دانه در گیاه چای‌ترش نیز گزارش شده‌است (Heidari and Khalili, 2015). کود شیمیایی با تأمین نیاز غذایی گیاهان در بهبود فاکتورهای رویشی و زایشی آن‌ها، دخالت داشته‌است. گزارش شده‌است که در گیاه دارویی زنیان، عملکرد دانه و اجزای عملکرد با مصرف سطح مشخصی از کودهای شیمیایی، افزایش داشت (Kirshnamoorthy and Madalager, 2000).

نتایج این تحقیق نشان داد که عصاره جلبک سبب افزایش کلروفیل کل و کلروفیل a و b نیز گردید (جدول ۶). افزایش کلروفیل در گیاه گوآر تحت تأثیر محلول‌پاشی با عصاره جلبک، قبلاً گزارش شده‌است

محققان در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ گزارش کردند که عصاره جلبک تأثیر معنی‌داری روی افزایش رشد رویشی دو گیاه اوکرا^۱ و تربچه^۲ دارد (Thirumaran *et al.*, 2006). آن‌ها بیان کردند که حضور فاکتورهای محرک رشد مانند ایندول استیک اسید، ایندول بوتریک اسید، جیبرلیک اسید، عناصر میکرو و ماکرو، ویتامین‌ها و آمینواسیدها، در عصاره جلبک دریایی، بهبود رشد و نمو گیاهان را باعث می‌گردد. تأثیر مثبت عصاره جلبک بر ارتفاع بوته و رشد رویشی لوبیا، گندم و چای نیز گزارش شده‌است. عصاره جلبک حاوی مقدار قابل توجهی هورمون اکسین است (Shahbazi *et al.*, 2015; Kocira *et al.*, 2013; Sivasangari *et al.*, 2011). اکسین نقش کلیدی در رشد گیاهان ایفا می‌کند. همان گونه که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، کود شیمیایی نیز تأثیر مثبت و معنی‌دار بر صفات ارتفاع بوته، وزن تر بوته و تعداد نیام در بوته داشته‌است. با این وجود کاربرد عصاره جلبک به تنهایی توانسته جایگزین کود شیمیایی گردد. نتایج حاصل از این تحقیق در رابطه با تأثیر مثبت کودهای شیمیایی بر فاکتورهای مورفولوژیکی شنبلیله، با نتایج گزارش شده توسط سایر محققین روی سیاه دانه، شوید، و گشنیز هماهنگی دارد (Akbarinia *et al.*, 2007; Hella *et al.*, 2011; Ashraf *et al.*, 2006).

در آزمایش حاضر، عصاره جلبک بیشترین تعداد نیام (میوه) در بوته و بالاترین وزن هزار دانه را نیز سبب گردید (جدول ۴)؛ گزارش شده که استفاده از کود جلبک دریایی باعث افزایش تشکیل میوه در بسیاری از گیاهان می‌شود (Arthur *et al.*, 2003). در تعداد زیادی از محصولات کشاورزی، عملکرد به طور مستقیم به میزان گل‌دهی و تشکیل میوه وابسته‌است. پیشنهاد شده که افزایش میزان گل‌دهی و تشکیل میوه در اثر استفاده از کود جلبک دریایی، می‌تواند نتیجه بهبود رشد و نمو ریشه، افزایش جذب مواد غذایی و در نتیجه

1- *Abelmoschus esculentus*2- *Raphanus sativus*3- *Cyamopsis tetragonolaba* (L)

افزایش مقدار اسانس، یکی از اهداف اصلی بسیاری از پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه گیاهان دارویی است. همان‌گونه که جدول (۷) بررسی همبستگی صفات نشان می‌دهد، بین ارتفاع بوته، وزن تر، وزن خشک، کلروفیل کل، مقدار کارتنوئید و درصد اسانس همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. بالا بودن درصد اسانس در گیاهان تحت تیمار عصاره جلبک را شاید بتوان به تأثیر عمومی و مثبت این کود بر ویژگی‌های رشدی گیاه نسبت داد. به عبارت دیگر، درصد و عملکرد بالای اسانس در گیاهان تحت تیمار عصاره جلبک به خاطر نمو بهتر گیاه، مثلاً تولید سطح برگ، کلروفیل و وزن خشک بیشتر در اثر مصرف این کود، است (Tahami, 2010). نتایج مشابه این تحقیق، قبلاً گزارش شده است (Pise and Sabale, 2010; Hassanpour et al., 2009; Thriumaran et al., 2009). بیان کردند که تغذیه مناسب گیاهان با کودهای مختلف، سبب تقویت مسیرهای درگیر در تولید متابولیت‌های ثانویه می‌شود. به نظر می‌رسد که عناصر غذایی ماکرو در ساختمان آنزیم‌هایی که در مسیرهای بیوشیمیایی درگیر در سنتز مواد مؤثره گیاهی مؤثر هستند، دخیل است. آن‌ها هم‌چنین اظهار داشتند که همان‌طور که کمبود مواد غذایی سبب کاهش عملکرد و به دنبال آن کاهش میزان مواد مؤثره است؛ عدم توازن در کاربرد کودها نیز اثری مشابه داشته و سبب کاهش میزان اسانس تولیدی خواهد شد.

نتیجه‌گیری

در دنیای پیشرفته امروزی کاربرد کودهای سالم می‌تواند نقش بسیار پررنگی در کاهش آلاینده‌های محیطی و هم‌چنین در کند کردن روند تخریب خاک زراعی، داشته باشد. جلبک‌های دریایی در سواحل صخره‌ای جنوب کشور بخصوص سواحل استان سیستان و بلوچستان، هرزگان و بوشهر به وفور یافت می‌شوند و می‌توان از انواع این جلبک‌ها جهت تهیه کودهای آلی استفاده نمود. هیومیک اسید نیز کودی به نسبت ارزان و مفید است، استفاده گسترده از اسید هیومیک در سراسر

(Thambiraj et al., 2012). از علل تأثیر مثبت عصاره جلبک بر افزایش میزان کلروفیل می‌توان به وجود هورمون‌های رشد اکسین و جبرلیک اسید در این کود اشاره کرد. وجود بتائین در عصاره جلبک نیز بر کاهش تخریب کلروفیل تأثیر مثبت دارد (Shahbazi et al., 2015). در تحقیقی که روی گیاه دارویی شنبلیله انجام شد به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار کلروفیل برگ و بالاترین وزن تر و خشک بوته در تیمار محلول‌پاشی با عصاره جلبک حاصل شد. احتمالاً وجود عناصر منیزیم و آهن در عصاره جلبک، تأثیر مثبت در سنتز کلروفیل و در نتیجه در افزایش فتوسنتز داشته است (Pise and Sabale, 2010).

Thriumaran et al. (2006) در گیاه اوکرا و Angoorbala and Manisha (2013) در گیاه شنبلیله نیز تأثیر مثبت عصاره جلبک بر مقدار کلروفیل کل را گزارش نمودند. هیومیک اسید نیز تأثیر افزاینده بر مقدار کلروفیل a، داشت (جدول ۶). Ghorbani et al. (2010) تأثیر مثبت کودهای حاوی هیومیک اسید بر کیفیت محصول ذرت را قبلاً گزارش کرده‌اند. Astaraei (2008) افزایش تولید کلروفیل در برگ‌های گیاه لویا در پی استفاده از اسید هیومیک، را بیان نموده است. اسید هیومیک سبب افزایش ماندگاری بافت‌های فتوسنتزکننده شده و از طریق تأثیرات مثبت فیزیولوژیکی، از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی، افزایش کلروفیل برگ را باعث می‌شود (Naderi et al., 2002).

کودهای آلی (عصاره جلبک و هیومیک اسید) سبب افزایش معنی‌دار مقدار اسکوربیک اسید برگ‌ها شد (جدول ۵). Zodape et al. (2011) تأثیر عصاره جلبک بر افزایش مقدار ویتامین C گوجه‌فرنگی را گزارش کردند. توسعه بیشتر ریشه بر اثر بهبود شرایط خاک زراعی، ناشی از کاربرد کودهای آلی از جمله عصاره جلبک و هیومیک اسید، و دسترسی بهتر گیاه به عناصر ضروری مورد نیاز رشد و نمو، می‌تواند عامل افزایش ویتامین C در شنبلیله باشد.

ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، یکی از راهبردهای مهم برای نیل به کشاورزی پایدار است. در این تحقیق عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید به خوبی توانسته‌اند جایگزین استفاده از کودهای شیمیایی در تولید گیاه دارویی شنبلیله گردند.

جهان و ایران، تولیدکنندگان چنین ترکیباتی را بر آن داشته است تا با تکیه بر قابلیت‌های بسیار جالب مولکول‌های هیومیکی، به روش‌های مختلف از این مولکول‌ها جهت بهبود تغذیه گیاهی استفاده نمایند. در مجموع مصرف کودهای زیستی با کاهش مصرف کودهای شیمیایی و در پی آن کاهش هزینه‌های تولید و آلودگی‌های زیست‌محیطی

References

- Adams-Phillips, L., Barry, C., and Giovannoni, J. (2004). Signal transduction systems regulating fruit ripening. *Trends Plant Sciences*, 9: 331-338.
- Akbarinia, A., Jahanfar, D., and Beygif arzad, M. (2007). Effect of nitrogen fertilizer and plant density on seed yield, essential oil and fixed oil content of *Coriandrum sativum* L. *International Journal Medicinal Aromatic Plants*, 22(34): 410-419.
- Arthur, G.D., Stirk, W.A., and Staden, J. (2003). Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annum*. *South Africa Journal Botany*, 69: 207-211.
- Ashraf, M., Ali, Q., and Iqba, Z. (2006). Effect of nitrogen application rate on the content and composition of oil, essential oil and minerals in *Nigella sativa* L. seeds. *Journal Science Food Agriculture*, 8630(60): 871-876.
- Astaraei, A.R. and Ivani, R. (2008). Effect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition if cowpea plant. *American-Eurasian Journal of Agriculture Environmental Science*, 3(3): 352-356.
- Biggs, R. H., Obreza, T. A., and Webb, R. G. (1989). Humate material: Their effect and use as soil amendment. *Journal of Applied Phycology*, 5: 115-120.
- Blunden, G., Jenkins, T., and Liu, H. (1996). Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*, 8: 535-543.
- Crouch, I. and Staden, J. (1992). Effect of seaweed concentrates on the establishment and yield of greenhouse tomato plants. *Journal of Applied Phycology*, 4: 291-296.
- Dere, S., Gunes, T., and Sivci, R. (1998). Spectrophotometric determination of chlorophylla, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany*, 22: 13-17.
- Dini, M. (2006). Scientific name of medicinal plants used in traditional medicine. *Forest and Rangeland Research Institute Publication*. Iran, pp: 299-300. [In Farsi]
- El-Bassiony, A.M., Fawzy, Z.F., Abd El-Baky, M.M.H., and Asmaa, R.M. (2010). Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(2): 169-175.

- Eris, A., Sirritepe, H.O., and Sirritepe, N. (2008). The effect of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) Extract on yield and quality criteria in peppers. *Acta Horticulturae*, 412: 733-737.
- Ghorbani, S., Khazaei, H., Kafi, M., and Banayan aval, M. (2010). Effect of using humic in irrigation water on corn yield. *Journal of Agricultural Ecology*, 2(1): 111-118. [In Farsi]
- Haghparast, M., Molki Farahani, S., Sinki, M., and Zarei, Gh. (2012). Reducing negative effects of water stress in peas with the use of humic acid and seaweed extract. *Crop Production under Environmental Stresses*, 4(1): 59-71.
- Hassanpour aghdam, M.B., Tabatabaie, S.J., Nazemiyeh, H., and Aflatuni, A. (2008). N and nutrition levels affect growth and essential oil content of costmary (*Tanacetum balsamita* L.). *Food Agriculture and Environment*, 6(2):150-159.
- Heidari, M. and Khahlil, 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.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 45(2): 191-199. [In Farsi]
- Hellal, F.A., Mahfouz, S.A., and Hassan, F.A.S. (2011). Partial substitution of mineral nitrogen fertilizer by bio-fertilizer on *Anethum graveolens* plant. *Agricultural Biology Journal of North America*, 4: 652-660.
- Kingman, A. R. and Moore, J. (1982). Isolation, purification and quantification of several growth regulating substance in *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyceae). *Botanica Marin*, 25: 149-153.
- Kirshnamoorthy, V. and Madalager, M.B. (2000). Effect of interaction of nitrogen and phosphorus on seed and essential oil of ajowan (*Trachypermum ammi*). *Journal of Spices and Aromatic Crop*, 9: 137-139.
- Klein, B.P. and Perry, A.K. (1982). Ascorbic-acid and vitamin-A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. *Journal of Food Science*, 47(3): 941-945.
- Kocira, A., Kornas, R., and Kocira, S. (2013). Effect assessment of Kelpak sl on the Bean yield. *Journal of Central European Agriculture*, 14(2): 67-76.
- Ludwig-Muller, J. (2000). Indole-3-butyric acid in plant growth and development. *Plant Growth Regulation*, 2-3: 219-230.
- Mandegary, A., Pournamdari, M., Sharififar, F., Pournourmohammadi, Sh., Fardiar, R., and Shooli, S. (2012). Alkaloid and flavonoid rich fractions of fenugreek seeds (*Trigonella foenum-graecum* L.) With antinociceptive and anti-inflammatory effects. *Journal Food and Chemical Toxicology*, 50: 2503-2507.
- Manisha, P. and Angoorbala, B. (2013). Effect of sewage on growth parameters and chlorophyll content of *Trigonella foenumgraecum* (Methi). *International Research Journal of Environment Sciences*, 2(9): 5-9.

- Mirhashemi, S. M., Koocheki, A., Parsa, M., and Nassiri Mahallati, M. (2009). Evaluating the benefit of Ajowan and Fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 7(1): 269-279. [In Farsi]
- Naderi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1527-1536.
- Pise, N.M. and Sabale, A.B. (2010). Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents of *Trigonella foenum-graecum* L. *Journal of Phytology*, 2(4): 50-56.
- Poozeshi, R., Zabihi, H., Ramezani Moghadam, M., Rajabzadeh, M., and Mokhtari, A. (2011). The effect of foliar application of humic acid and acetic acid on yield, yield components and concentration of elements in grape varieties Peikani. *Horticultural Sciences*, 3(25): 351-360.
- Sabzevari, S. and Khazaie, H.R. (2009). The effect of foliar application with humic acid on growth, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agroecology*, 2(1): 53-63. [In Farsi]
- Sabzevari, S., Khazaie, H.R., and Kafi, M. (2010). Study on the effects of humic acid on germination of four wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Iranian Field Crop Research*, 8(3): 473-480. [In Farsi]
- Shahbazi, F., Seyyed nejad, F., Salimi, M., and Gilani, A. (2015). Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of wheat. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 8(3): 283-287.
- Sivasangari, R., Nagaraj, S., and Vijayanand, N. (2011). Influence of seaweed liquid extracts on growth, biochemical and yield characteristics of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. *Journal of Phytology*, 3(9): 37-41.
- Stirk, W. and Staden, J. (1997). Isolation and identification of cytokinins in a new commercial seaweed product made from *Fucus serratus* L. *Journal of Applied Phycology*, 9: 327-330.
- Taghadosi, M., Hasani, N., and Sinki, J. (2012). Irrigation stress and spraying with humic acid and seaweed extract in antioxidant enzymes and proline in sorghum. *Crop Production under Environmental Stresses*, 4(1):1-12.
- Tahami, S.M.K. (2010). Evaluation of the effects of organic, biological and chemical fertilizers on yield, yield components and essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.). M.Sc. Thesis, Faculty Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [In Farsi]
- Thambiraj, J, Lingakumar, K, and Paulsamy, S. (2012). Effect of seaweed liquid fertilizer (SLF) prepared from *Sargassum wightii* and *Hypnea musciformis* on the growth and biochemical constituents of the pulse, *Cyamopsis tetragonoloba* (L). *Journal of Research in Agriculture*, 1: 065-070.
- Thirumarán, G., Anantharaman, P., and Kannan, L. (2007). Effect of seaweed liquid fertilizer in the radish (*Raphanus sativus*). *Journal of Ecobiology*, 20(1): 49-52.

- Thirumaran, G., Arumugam, M., Arumugam, R., and Anantharaman, P. (2009). Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Cyamopsis tetragonolaba* (L) Taub. *American-Eurasian Journal of Agronomy*, 2(2): 50-56.
- Thirumaran, G., Pratap Karmakar, P., and Anantharaman, A. (2006). Effect of seaweed extracts used as fertilizer for *Abelmoschus esculentus*. *Journal of Ecobiology*, 19(4): 373-376.
- Verkleij, F.N. (1992). Seaweed extract in agriculture and horticulture. *Review Biology Agriculture*, 8: 309-334.
- Whapham, C., Blunden, G., Jenkins, T., and Hankins, S. (1993). Significance of betaines in the increased chlorophyll content of plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*, 5: 231-234.
- Wu, S.C., Caob, Z.H., Lib, Z.G., Cheunga, K.C., and Wong, M.H. (2005). Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. *Geoderma*, 125: 155-166.
- Zhang, X. (1997). Influence of plant growth regulators on turfgrass growth, antioxidant status, and drought tolerance. Virginia Polytechnic Institute and State University, USA. P. 131.
- Zodape, S.T., Gupta, A., Bhandari, S.C., Rawat, U.S., Chaudhary, D.R., and Eswaran, K. (2011). Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). NISCAIR-CSIR, India. pp: 215-219.

Effect of Some Organic and Chemical Fertilizers on Morphological and Biochemical Factors of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.)

S. Mafakheri*

*Corresponding Author: Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences Engineering, Faculty of Agriculture and Plant Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran (smafakheri@gmail.com)

Received: 31 August, 2016

Accepted: 8 March, 2017

Abstract

Background and Objectives

Any improvement in agricultural system that results in higher production should reduce the negative environmental impact of agriculture and enhance the sustainability of the system. Seaweed extracts (SWE) are known to cause many beneficial effects on plants as they contain growth promoting hormones, trace elements, vitamins and amino acids. Humic acid plays a vital role in soil fertility and its application increases the plant growth and nutrient uptake. The present study was undertaken to investigate the effect of SWE, humic acid and chemical fertilizers on the morphological and biochemical characteristics of *Trigonella foenum-graecum* L.

Material and methods

The experiment was carried out in 2016 at the Agricultural Research Greenhouse at Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. The experiment was based on a completely randomized design with four treatments including: SWE, humic acid, chemical fertilizers and control and 7 replications. The pots were filled with 5kg of farm soil, which was evenly mixed with recommended level of chemical fertilizers (N; 0.08, P; 0.06 and K; 0.1 g/kg soil) for chemical fertilizer treatment. Seeds were sown at a depth of 1.5 cm in each pot. Seedlings were thinned to five plants per pot 10 days after emergence. In 4 leaves, appearance stage, SWE and humic acid treatments were applied as a foliar spray every 14 days, for three times before harvesting. Growth parameters were measured in correct time. The biochemical constituent pigments such as chlorophylls and carotenoids and also total ascorbic acid in leaf were estimated in control and treated plants using standard methods. Dried seeds of Fenugreek were subjected to hydro distillation for 3h using a Clevenger-type apparatus to produce oil and essential oil percentage was measured.

Results

In relation to the mean comparisons, the maximum shoot length and the highest number of pods per plant was obtained in plants receiving SWE and NPK. Maximum plant fresh and dry weights were observed in plants received SWE. All fertilizer treatments increased the number of seeds per pod but there were no significant differences between the treatments. The highest chlorophyll b, total chlorophyll contents, total carotenoids, ascorbic acid and essential oil percent were obtained in plants that received SWE.

Discussion

Foliar application of seaweed extract fertilizer on fenugreek plants significantly increased all the examined growth parameters of the plants compared to the control. These results agree with previous studies where growth and plant vigor of dill, coriander and fenugreek plants were enhanced by seaweed extracted treatment. Seaweed extracts create equilibrium in growth as a result of the present auxins which will increase vitamins and hormones produced in the treated plants. Results showed that treatments had a significant effect on total chlorophyll, chlorophyll 'a' and 'b', total carotenoids and essential oil content of fenugreek. Seaweed extracts contain cytokinins as well which induce the physiological activities and increase the total chlorophyll, carotenoids and ascorbic acid in the plant.

Keywords: Carotenoid, Chlorophyll, Essential oil, Humic acid, Seaweed extract