Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.4, Winter 2020, P. 685-696
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۶۹۶-۶۸۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی تاثیر سطوح مختلف کود آلی جلبک دریایی بر شاخصه‌های رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.)

علی رضایی[۱]- محمّدتقی عبادی[۲*] - حسن پیرانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۹

چکیده

تولید ارگانیک یکی از ارکان مهم صنعت گیاهان دارویی است و استفاده از کودهای آلی در این مبحث بسیار مورد توجه می‌باشد. امروزه عصاره جلبک‌های دریایی به عنوان یک کود آلی به منظور افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی و هم‌چنین مقاومت به تنش‌های محیطی استفاده می‌شود. مرزه یکی از گیاهان دارویی و ادویه‌ای است که سطح زیر کشت بالایی در کشورمان جهت مصارف غذایی و دارویی دارد. به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف کود آلی جلبک دریایی بر روی شاخصه‌های رشد، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، درصد و عملکرد اسانس گیاه مرزه، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۹۶ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی سطوح مختلف غلظت کود جلبک دریایی شامل مقادیر صفر (شاهد)، ۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی‌لیتر بر لیتر به میزان سه مرتبه در طول فصل رشد بود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری متغیرهای رشدی نشان داد که غلظت‌های مختلف کود جلبک دریایی استفاده شده در این آزمایش بر صفات تعداد شاخه‌های فرعی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، طول و عرض برگ، ارتفاع بوته و شاخص اسپد در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری داشت. هم‌چنین سطوح مختلف کود جلبک دریایی بر صفات وزن تر اندام هوایی، درصد و عملکرد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد تاثیر معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار برای صفات تعداد شاخه‌های فرعی (۳۵/۴۴ عدد در بوته)، طول و عرض برگ (۴۳/۲۲ و ۸/۰۷ میلی‌متر)، قطر ساقه (۵/۰۰ میلی‌متر)، وزن تر و خشک ریشه (به ترتیب ۱۵/۱۷ و ۶/۴۲ گرم)، وزن تر و خشک اندام هوایی بوته (۱۸۱/۰۱ و ۳۷/۶۹ گرم)، شاخص اسپد (۴۸/۱۳) مربوط به تیمار کاربرد ۱۰ میلی‌لیتر کود جلبک دریایی و کم‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. هم‌چنین بیشترین ارتفاع بوته (۵۴/۶۶ سانتی متر) و درصد و عملکرد اسانس به ترتیب به میزان ۲/۵۱ درصد و ۶/۲۸ گرم در متر مربع مربوط به تیمار ۵ میلی‌لیتر کود جلبک دریایی بود. به‌طور کلی و با در نظر گرفتن نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان عکس‌العمل گیاه دارویی مرزه را به کاربرد کود آلی جلبک دریایی به ترتیب در سطوح ۵ و ۱۰ میلی‌لیتر در لیتر مثبت ارزیابی نمود و آن را در برنامه توصیه کودی کشاورزان قرار داد.

واژه‌های کلیدی: جلبک‌های دریایی، کود آلی، کشاورزی پایدار، گیاهان دارویی، مرزه

مقدمه

گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است و در حال حاضر در سراسر دنیا کشت و کار می‌گردد (۶ و ۱۹). مرزه گیاهی است علفی، یک‌ساله، با ساقه‌های منشعب به صورت چهارگوش و مستقیم که ارتفاع آن حدود ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد. گل‌ها و برگ‌ها معطر بوده و حاوی اسانس می‌باشند (۳۰). اسانس مهمترین ماده موثره این گیاه است که اجزای اصلی آن عبارتند از: تیمول، کارواکرول، پاراسیمن و گاماترپینن (۴۱). مرزه یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی و ادویه‌ای است که در کشورهایی نظیر فرانسه، اسپانیا، آمریکا و مجارستان در سطوح وسیعی کشت و کار می‌گردد (۳۰). مرزه به عنوان گیاه چند منظوره کشت می‌شود و از آن به عنوان گیاه دارویی، سبزی و هم‌چنین ادویه بهره‌برداری می‌گردد، به‌طوری که از اندام رویشی و تازه این گیاه برای مصارف سبزی، از برگ‌های خشک شده به عنوان ادویه و تهیه دمنوش و جوشانده و هم‌چنین از اسانس آن در صنایع کنسروسازی و نوشابه‌سازی به عنوان طعم‌دهنده استفاده می‌گردد. این گیاه دارای اثرات درمانی زیادی می‌باشد که برخی از آنها عبارتند از: تسهیل کننده عمل هضم، مقوی معده، رفع گلو درد و تهوع و ضد کرم. اسانس مرزه دارای فعالیت ضدباکتریایی بوده و مانع رشد برخی از

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
(*- نویسنده مسئول: Email: mt.ebadi@modares.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhorts4.v33i4.78699

www.SID.ir

Archive of SID

آن‌ها می‌شود. هم‌چنین دارای خواص ضد قارچی، ضدالتهابی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بسیار بالایی است (۵، ۱۸، ۲۷ و ۳۱).

عوارض نامطلوب استفاده از داروهای شیمیایی بر کسی پوشیده نیست و این موضوع توجه به استفاده از گیاهان دارویی را چندین برابر کرده است. به لحاظ اینکه فلات ایران به عنوان منشاء بسیاری از گیاهان دارویی معرفی شده است و با توجه به نیازهای روزافزون صنایع غذایی و دارویی کشور به مواد اولیه، کشت و پرورش گیاهان دارویی در کشور نیازمند تحقیقات و مطالعات بیشتری است (۳۰). در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران، استفاده از گیاهان دارویی با توجه به ظرفیت‌های خاص اقلیمی یکی از روش‌های دستیابی به کشاورزی پایدار است و موجب حفظ سلامت جامعه نیز می‌گردد (۴). اگرچه تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی تحت کنترل فرآیندهای ژنتیکی است اما عوامل محیطی تاثیر بسزایی بر روی آنها دارد (۲۱). از جمله عوامل محیطی تاثیرگذار بر رشد کمی و کیفی گیاهان می‌توان به نوع تغذیه اشاره نمود (۴۰). مدیریت تغذیه یک عامل اصلی در موفقیت کشت و پرورش گیاهان دارویی از نظر عملکرد کمی و کیفی به حساب می‌آید. رویکرد جهانی در نظام تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از کودهای آلی به‌منظور ارتقاء عملکرد کمی و کیفی آن‌ها می‌باشد (۳۸). در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل شرایط اقلیمی موجود، ماده آلی خاک به طور مداوم کاهش می‌یابد (۲۶) و به لحاظ این که استفاده از کودهای آلی جذب عناصر غذایی را از خاک افزایش می‌دهد، به‌طور مستقیم سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک شده و عملکرد گیاه را افزایش می دهند (۲۰). امروزه یکی از منابع جدید تولید کودهای آلی، جلبک‌های دریایی می‌باشند. جلبک‌های دریایی دارای تنوع و فراوانی بسیار زیادی هستند به‌طوریکه در حدود ۳۲۰ گونه از خانواده‌های مختلف آن توسط محققین مختلف در قسمت‌های شمالی، غربی و جنوبی سریلانکا شناسایی شده‌اند (۱۲). جلبک‌های دریایی عموما در آب‌های کم‌عمق دریاها و آب‌های زیرزمینی وجود دارند و عصاره آن‌ها حاوی هورمون‌هایی از قبیل اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها است و اخیرا مقادیر جزئی از برازینواستروئیدها، جاسمونات‌ها و سالیسیلیک اسید نیز در آن گزارش شده است. به‌علاوه جلبک‌های دریایی حاوی عناصر ریزمغذی مانند آهن، کبالت، منیزیم، مولیبدن، روی و نیکل است و دارای ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه نیز می‌باشد (۱۴).

تحقیقات نشان داده است که عصاره جلبک‌های دریایی سبب تحریک رشد و عملکرد گیاهان شده و باعث افزایش مقاومت آن‌ها به انواع استرس‌های محیطی می‌گردد (۳۴). در برخی کشورهای در حال توسعه به منظور افزایش عملکرد محصولات مختلف حدودا ۲ تا ۱۰ درصد از عصاره جلبک دریایی را در ترکیب با کود کامل (NPK) استفاده می‌کنند (۸). گزارشات مختلفی وجود دارد که نشان می‌دهند محلول‌پاشی عصاره‌ی جلبک دریایی اثر قابل توجهی بر رشد و عملکرد گیاهان از قبیل توت‌فرنگی، کلزا و کاج ساحلی دارد (۲). هم‌چنین استفاده از عصاره‌ی جلبک دریایی موجب افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد پنجه، وزن ساقه و ریشه در گیاه برنج شده است (۳۳). طبق گزارشات موجود محلول‌پاشی عصاره طبیعی جلبک دریایی سبب افزایش عناصر غذایی نظیر N, P, K, Ca, Zn و Fe در میوه گوجه فرنگی شده است (۱۲). هم‌چنین در بررسی اثر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک قرمز بر صفات رویشی و عملکرد گیاه ارزن مرواریدی (*Pennisetum glaucum* L.)، مشخص شد که غلظت ۱۰ درصد از عصاره جلبک سبب افزایش قابل ملاحظه‌ای در رشد و عملکرد گیاه گردید (۳۳).

علی‌رقم اینکه تحقیقات فراوانی در بررسی تاثیر کودهای آلی بر روی محصولات کشاورزی انجام گردیده ولی در مورد اثرات این کودها بر کیفیت مواد موثره گیاهان دارویی اطلاعات اندکی موجود است (۱). بنابراین، با در نظر گرفتن اهمیت کشاورزی پایدار و هم‌چنین لزوم تولید سالم گیاه مرزه جهت مصارف دارویی و غذایی، این آزمایش با هدف بررسی تاثیر سطوح مختلف کود آلی جلبک دریایی بر شاخصه های رشد و عملکرد کمی و کیفی (اسانس) گیاه مرزه در شرایط آب و هوایی استان تهران انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف کود آلی جلبک دریایی بر شاخصه‌های رشد، عملکرد کمی و تغییرات اسانس گیاه دارویی مرزه، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه، ۷۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه، ۴۰ دقیقه و ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا، در طی سال زراعی ۱۳۹۶ طراحی و اجرا گردید. بر اساس آمار و اطلاعات هواشناسی، منطقه مذکور دارای میانگین بارندگی ۲۴۶ میلی‌متر است و دارای آب‌وهوایی نیمه‌خشک می‌باشد. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، نمونه‌برداری و آزمایش خاک صورت گرفت که نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد نظر در جدول ۱ نشان داده شده است.

جهت آماده‌سازی زمین، عملیات خاک‌ورزی با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۴۰ سانتی‌متر صورت پذیرفت و سپس کرت‌هایی با ابعاد ۲ × ۲ متر با فاصله نیم متر از یکدیگر آماده گردید. بذور مرزه (*Satureja hortensis* L.) مورد استفاده در این آزمایش از توده بومی ورامین تهیه شد که عمدتاً توسط کشاورزان استان تهران و البرز مورد کاشت و بهره‌برداری قرار می‌گیرد. عملیات کاشت در اواسط خرداد ماه به صورت دستی (کشت مستقیم بذر در زمین اصلی) انجام

www.SID.ir

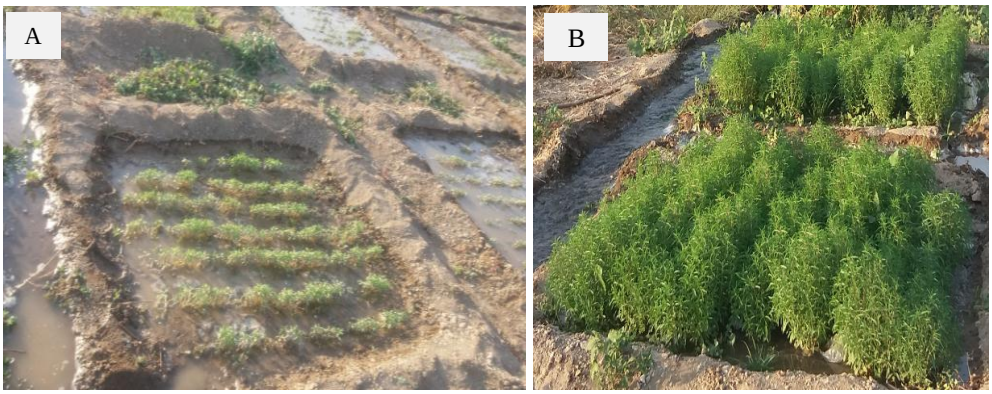
Archive of SID

شد و در هر کرت ۷ ردیف (فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ و فاصله گیاهان روی ردیف ۲۸-۳۰ سانتی متر) در نظر گرفته شد. تمامی کرت‌ها در شرایط یکسان آبیاری بودند و پس از سبز شدن کامل، عملیات وجین صورت پذیرفت و تراکم بوته در متر مربع به ۱۰ عدد رسانده شد (شکل ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1- Physical and chemical properties of the soil

خصوصیات خاک Soil properties	بافت خاک Soil texture	EC ($ds.m^{-1}$)	pH	ماده آلی Organic matter (%)	N (%)	P ($mg.kg^{-1}$)	K ($mg.kg^{-1}$)	Zn ($mg.kg^{-1}$)	Mn ($mg.kg^{-1}$)	Fe ($mg.kg^{-1}$)	Cu ($mg.kg^{-1}$)
مقدار Amount	لوم سیلتی Silt loam	2.61	7.51	0.57	0.08	68.8	269	0.86	8.91	4.17	1.09



شکل ۱- تصاویری از مراحل مختلف رشدی گیاه مرزه پس از وجین (A) و قبل از اعمال تیمارها (B)

Figure 1- Different growth stages of savory after weeding (A) and before treatment application (B)

کود آلی (Bioalgax) مورد استفاده در این آزمایش بر پایه عصاره نوعی جلبک دریایی به نام *Ascophyllum nodosum* بود که از شرکت کیمیتک (Kimitec) اسپانیا تهیه گردید. این کود یک منبع فعال و طبیعی از فیتوهورمون‌هایی از قبیل سیتوکینین‌ها، اکسین‌ها و جیبرلین‌ها می‌باشد. میزان و نوع ترکیبات موجود در کود مذکور در جدول ۲ آورده شده است. در اواسط مرداد ماه، پس از رسیدن گیاهان به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری (هشت هفته پس از کاشت)، محلول پاشی با کود مایع جلبک دریایی به تعداد سه مرتبه در طول فصل رشد به فاصله زمانی هر ۱۰ روز صورت پذیرفت. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از محلول‌پاشی سه سطح کود جلبک دریایی شامل ۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی‌لیتر بر لیتر و شاهد (آب مقطر). برای محلول‌پاشی، غلظت مورد نیاز از محلول تهیه شده (بوسیله آب مقطر) و در اواخر روز در هنگام غروب آفتاب با استفاده از سمپاش دستی اعمال گردید که حجم مورد استفاده در حدود ۱/۵ لیتر محلول در هر مترمربع بود.

جدول ۲- میزان و نوع ترکیبات موجود در کود آلی جلبک دریایی مورد استفاده در این آزمایش

Table 2– Chemical composition of used seaweed fertilizer in this study

Compositions ترکیبات	% w/w
Seaweed Extract عصاره جلبک دریایی	20
Organic Matter ماده آلی	15
Folic Acid فولیک اسید	10
Potassium (K_2O) پتاسیم	4.5
Total nitrogen (N) نیتروژن کل	2.5

www.SID.ir

Archive of SID

پس از اتمام تیمارها، برداشت گیاهان به منظور ارزیابی مورفولوژیک در مرحله گلدهی کامل در اواخر شهریور ماه صورت پذیرفت و سپس تعداد ۳ بوته از هر کرت (تکرار) با در نظر گرفتن اثر حاشیه انتخاب و پس از خارج کردن کامل از خاک (به همراه ریشه) به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس منتقل گردید. صفات مورفولوژیک مورد مطالعه عبارت بودند از: ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه‌های فرعی، طول و عرض برگ، وزن‌تر و خشک تک‌بوته، وزن تر و خشک ریشه، شاخص سبزینگی، درصد و عملکرد اسانس. جهت اندازه‌گیری این صفات از ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم و کولیس دیجیتال استفاده گردید. همچنین شاخص سبزینگی (شاخص محتوای کلروفیل برگ) بوسیله دستگاه اسپدمتر [1] مدل ۵۰۲ در شرایط مزرعه‌ای و بر روی گیاه زنده اندازه‌گیری گردید. سپس نمونه‌ها به محیط سایه منتقل شد و پس از خشک شدن در سایه، برای حصول اطمینان از خشک شدن، به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. برای تعیین میزان اسانس ۵۰ گرم از برگ‌های خشک شده هر تیمار (۲ تکرار) پس از خرد شدن، با استفاده از دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب به مدت ۳ ساعت اسانس‌گیری گردید. درصد اسانس نمونه‌ها با وزن نمودن اسانس استحصال شده بصورت وزنی/وزنی اندازه‌گیری شد و عملکرد اسانس از حاصل‌ضرب درصد اسانس در عملکرد اندام هوایی (بر اساس وزن خشک پیکره رویشی) بر حسب گرم در متر مربع محاسبه گردید. به‌منظور تجزیه و تحلیل و تعیین همبستگی بین صفات مهم کمی (ضریب پیرسون) از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده آزمون LSD در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد انجام گردید و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته و قطر ساقه

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر تیمارهای مختلف کودی در سطح احتمال ۱ درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار گردید (جدول ۳). به‌طوریکه بیشترین ارتفاع بوته (۵۴/۶۶ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۵ میلی‌لیتر بر لیتر و کم‌ترین آن (۳۷/۰۰ سانتی‌متر) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش غلظت مصرف جلبک دریایی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه می‌گردد، که این نتیجه با نتایج پژوهش سایر محققین در گیاه لوبیا (۳۹)، گوجه فرنگی (۴۵)، همیشه بهار (۲۰) و گندم (۲۴) مبنی بر افزایش ارتفاع بوته مطابقت نشان داد.

هم‌چنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های مربوط به قطر ساقه نیز نشان داد که تیمار کود آلی جلبک دریایی در سطح احتمال ۱ درصد بر این صفت تاثیر معنی‌دار داشت (جدول ۳). به‌طوری که بیش‌ترین میزان قطر ساقه (۵/۰۰ میلی‌متر) در تیمار ۱۰ میلی‌لیتر بر لیتر کود آلی جلبک دریایی و کم‌ترین میزان این صفت (۲/۰۰ میلی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۲)، که این یافته‌ها در مورد گیاه فلفل دلمه‌ای نیز گزارش شده است (۲۲). هم‌چنین نتایج حاصل از کاربرد عصاره جلبک دریایی بر روی گیاه فلفل قرمز (Capsicum annum) نشان داد که این ترکیب می‌تواند سبب افزایش وزن تر و خشک، طول ریشه و ساقه گردد (۴۴).

تعداد شاخه فرعی

در پژوهش حاضر اثر تیمارها در بررسی صفت تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید (جدول ۳). به‌طوریکه بیشترین تعداد شاخه فرعی (۳۵/۴۴ عدد در بوته) در تیمار ۱۰ میلی-لیتر بر لیتر و کم‌ترین (۱۶/۳۳ عدد در بوته) در تیمار شاهد حاصل گردید (شکل ۳). بنابر نتایج حاصله و مطالعات پیشین و با توجه به این که عصاره جلبک دریایی دارای ترکیباتی از جمله بتائین‌ها (شبه سایتوکینین) بوده، بدلیل افزایش تقسیم سلولی سبب افزایش رشد و تعداد شاخه‌های فرعی و ریشه‌ها می‌شود (۷).

طول و عرض برگ

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که طول و عرض برگ در اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف عصاره جلبک دریایی تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش غلظت کود جلبک دریایی، افزایش معنی‌داری در این صفات مشاهده شد، به‌طوریکه بیشترین طول و عرض برگ به ترتیب ۴۳/۲۲ و ۸/۰۷ میلی‌متر در تیمار ۱۰ میلی‌لیتر بر لیتر حاصل شد (جدول ۵).

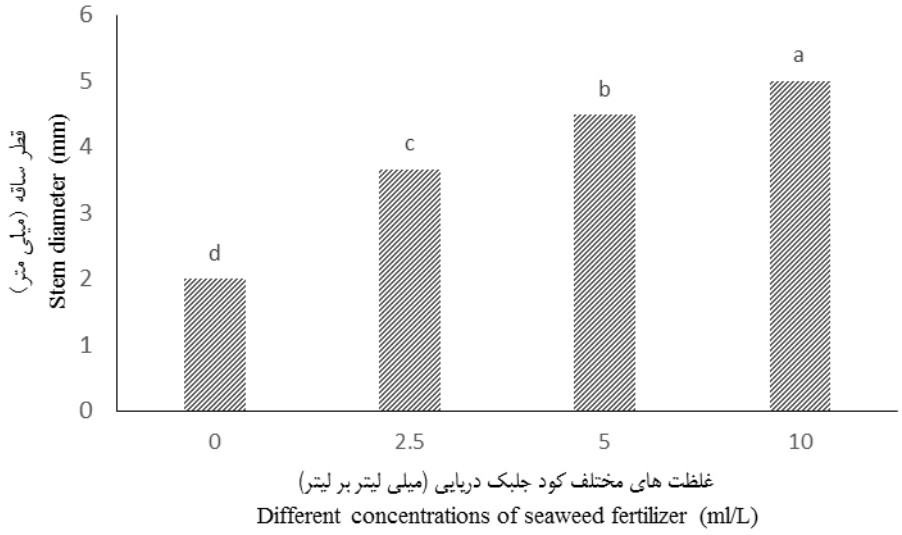
وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود آلی جلبک دریایی بر وزن تر و خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید ولی اثر تیمارها بر وزن تر اندام هوایی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (۱۸۱/۰۱ گرم در بوته) و کم‌ترین (۱۳۳/۲۴ گرم در بوته) وزن تر اندام هوایی به ترتیب در تیمار ۱۰ میلی‌لیتر بر لیتر و شاهد مشاهده گردید.

1- *Spad meter*

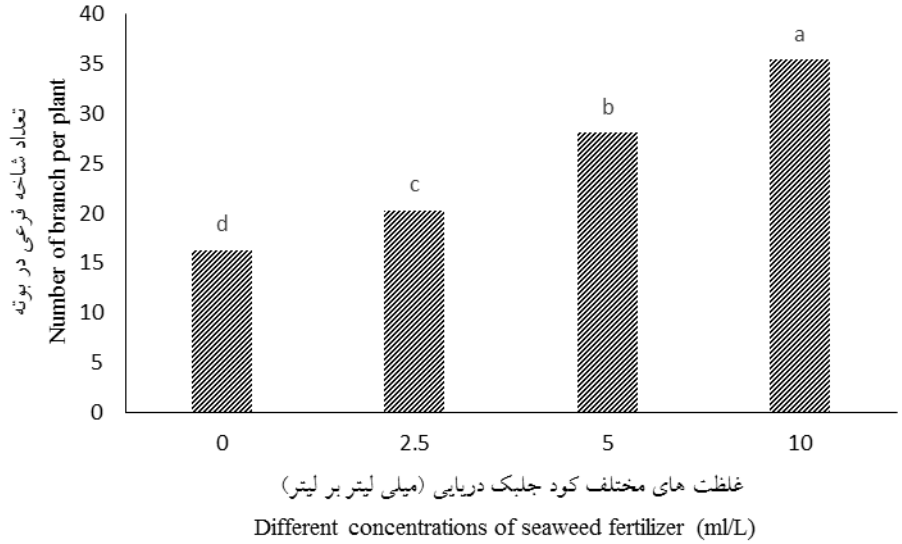
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف کود جلبک دریایی بر قطر ساقه گیاه مرزه

Figure 2- Effect of different concentrations of seaweed fertilizer on stem diameter of savory (LSD, p≤0.01)



شکل ۳- تاثیر غلظت‌های مختلف کود جلبک دریایی بر تعداد شاخه‌های فرعی گیاه مرزه

Figure 3- Effect of different concentrations of seaweed fertilizer on branch number of savory (LSD, p≤0.01)

همچنین بیشترین (۱۵/۱۷ گرم در بوته) میزان وزن تر ریشه در تیمار ۱۰ میلی‌لیتر بر لیتر و کم‌ترین (۸/۶۲ گرم در بوته) آن در تیمار شاهد بود. اثر کود آلی جلبک دریایی بر میزان وزن خشک اندام هوایی مثبت ارزیابی گردید به‌طوریکه بیشترین (۳۷/۶۹ گرم در بوته) میزان وزن خشک اندام هوایی در تیمار ۱۰ میلی‌لیتر بر لیتر و کم‌ترین (۲۴/۴۷ گرم در بوته) آن در تیمار شاهد حاصل شد. این در حالی است که اثر کود آلی جلبک دریایی بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد، به‌طوریکه بیشترین (۶/۴۲ گرم در بوته) میزان وزن خشک ریشه و کم‌ترین (۲/۴۷ گرم در بوته) میزان آن به ترتیب در تیمارهای ۱۰ میلی‌لیتر بر لیتر و شاهد بدست آمد (جدول ۵). تاثیر مثبت عصاره جلبک دریایی بر صفات فوق‌الذکر ممکن است به علت وجود عناصر ماکرو و میکرو و همچنین تنظیم کننده‌های رشد در

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیب این کود آلی باشد (۴۴).

محققین مختلف اثبات کرده‌اند که کود جلبک دریایی می‌تواند سبب افزایش جذب عناصر غذایی از خاک شده و همین مسئله سبب افزایش رشد رویشی و عملکرد کمی و کیفی گیاهان شود. به‌طور مثال کاربرد عصاره جلبک دریایی به صورت محلول‌پاشی توانسته است غلظت عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی را در غده سیب‌زمینی (۱۴)، روی در برگ‌های انگور گونه شرابی (۳۶) و پتاسیم در برگ‌های بادام (۳۵) در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش دهد. در آزمایشی بر روی گیاه بامیه عصاره طبیعی جلبک دریایی توانست قدرت رویشی جوانه‌ها را افزایش دهد و همین عامل توانست سبب افزایش وزن تر گیاه شود، این احتمال وجود دارد که اثرات مفید و متعدد کاربرد عصاره جلبک دریایی به دلیل وجود اثرات سینرژیک فیتوهورمون‌هایی مانند سیتوکینین‌ها، اکسین‌ها و پلی‌آمین‌ها باشد (۳۲). در مطالعه‌ای وان استادن و همکاران (۴۳) بیان نمودند که محلول پاشی کود آلی جلبک دریایی در گیاه چغندر قند سبب افزایش رشد برگ‌ها و ریشه‌ها در مقابل گیاهان شاهد شد. در مطالعه‌ای دیگر در گیاهانی که به وسیله عصاره جلبک دریایی تیمار شده بودند مشاهده گردید که برگ‌های آن‌ها دارای مقادیر بسیار کمی سایتوکینین بوده ولی در ریشه‌ها مقدار این هورمون بسیار بالا بود (۱۵). به طور مشابه پس از کاربرد کود آلی جلبک دریایی وزن خشک ریشه در گیاه لوبیای فرانسوی در حدود ۴۳ درصد افزیش یافت و متقابلا وزن خشک پیکره گیاه نیز در حدود ۲۴ درصد افزایش یافت (۱۶). هم‌چنین در آزمایشی تولید ریشه و شاخه زایی در گندم تحت تیمار با عصاره جلبک دریایی افزایش یافت (۲۹). در آزمایشی دیگر رشد ریشه در گیاه خیار گلخانه‌ای تحت تیمار عصاره جلبک دریایی تا ۵۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت که نتایج آن با آزمایش حاضر به طور کامل مطابقت دارد (۲۸).

شاخص سبزینگی (شاخص اسپد)

به‌طورکلی محلول‌پاشی کود جلبک دریایی تأثیر معنی‌داری بر شاخص سبزینگی در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۳). به‌طوریکه نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیشترین‌مقدار شاخص اسپد در تیمار ۱۰ میلی لیتر بر لیتر (۴۸/۱۳) و کم‌ترین آن در تیمار شاهد (۲۶/۷۳) بدست آمد (شکل ۴). از دلایل افزایش محتوای کلروفیل گیاهان تحت تیمار کود جلبک دریایی، وجود هورمون‌های رشد (اکسین، جیبرلین و سایتوکینین)، بتائین، اسیدهای آمینه و هم‌چنین مقادیری از عناصر غذایی می‌تواند باشد که در افزایش میزان کلروفیل گیاه تاثیر بسیاری دارند (۱۰). هم‌چنین گزارش شده است که وجود بتائین در عصاره جلبک نیز از زوال کلروفیل جلوگیری می‌کند (۳۷).

جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تاثیر کود جلبک دریایی بر شاخصه‌های رشدی مرزه

Table 3- ANOVA (mean squares) for the effect of seaweed fertilizer on growth traits of summer savory

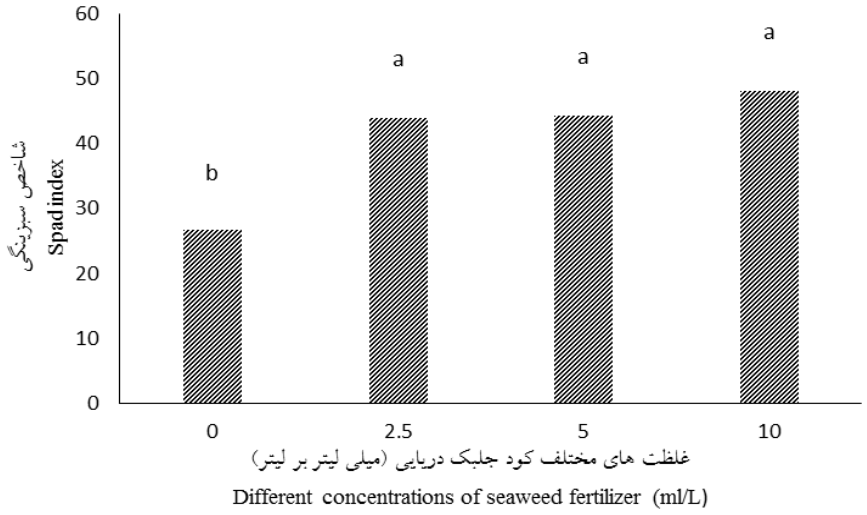
منابع تغییرات (SOV)	درجه آزادی df	تعداد شاخه‌های فرعی Number of branches	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع بوته Plant height	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	شاخص اسپد Spad index
بلوک Block	2	8.92	2.87	2.20	0.26	28.50	3188.57	73.58	2.97	1.09	127.70
کود Fertilizer	3	646.92 **	681.36 **	35.24**	15.53 **	514.91 **	*8040.98	354.38 **	83.84 **	27.81 **	818.62 **
خطای آزمایش Error	6	3.48	2.98	0.81	0.25	6.25	2792.25	11.96	1.30	0.56	54.30
ضریب تغییرات CV (%)	-	7.45	5.09	14.51	13.34	5.32	32.29	10.52	8.93	16.42	18.08

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns: non-significant, *, **: Significant at 5% and 1 % of probability level, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- تاثیر غلظت‌های مختلف کود جلبک دریایی بر شاخص اسپد (میزان سبزینگی) گیاه مرزه
Figure 4- Effect of different concentrations of seaweed fertilizer on spad index of savory (LSD, p≤0.01)

جدول ٤- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تاثیر کود جلبک دریایی بر درصد و عملکرد اسانس مرزه
Table 4- Analysis of variance (mean squares) of the effect of seaweed fertilizer on essential oil percentage and yield of summer savory

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	درصد اسانس Essential oil percent	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	1	0.009	0.07
تیمار (کود) Treatment (fertilizer)	3	0.590*	5.82*
خطای آزمایش Error	3	0.032	0.22
ضریب تغییرات CV (٪)	-	10.16	11.34

ns، * و **، به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد
ns: non-significant, *, **: Significant at 5% and 1% of probability level, respectively

همچنین پس از اتمام آزمایش و شروع فصل سرما (آذر ماه) مشاهده گردید که کرت گیاهان تحت تیمار ۱۰ میلی لیتر بر لیتر عصاره کود جلبک دریایی نسبت به تیمارهای دیگر کمتر آسیب دیده و از بین نرفتند که دلیل این واکنش می‌تواند به دلیل وجود مقادیر مختلف عناصر غذایی مختلف و همچنین وجود تنظیم‌کننده‌های رشد اتفاق بیافتد، لذا می‌توان اثر مثبت کود آلی جلبک دریایی را بر صفاتی از این قبیل را در مطالعات آینده در راستای بررسی اثر کود جلبک دریایی بر روی خواص آنزیمی و مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی مرزه مورد بررسی قرار گیرد.

درصد و عملکرد اسانس

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که، اثر سطوح مختلف تیمار بر درصد و عملکرد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴) و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد و عملکرد اسانس (به ترتیب ۲/۵۱ درصد و ۶/۲۸ گرم در متر مربع) در تیمار ۵ میلی‌لیتر و کم‌ترین میزان درصد و عملکرد اسانس (به ترتیب ۱/۲۱ درصد و ۲/۱۹ گرم در متر مربع) در تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۵). نتایج حاصله نشان دهنده این موضوع‌اند که با افزایش غلظت کود آلی جلبک دریایی تا حد معینی درصد اسانس افزایش می‌یابد و با افزایش بیش از حد آن بدلیل افزایش میزان رشد رویشی و کاهش مقدار اسانس در واحد وزن (گیاه)، درصد اسانس به طور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند. همچنین کود جلبک دریایی می تواند سبب تاثیر مثبت بر بیوسنتز پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، رنگدانه‌ها، پلی‌فنول‌ها و ... در گیاهان شود (۱۷ و ۹) که این ترکیبات دارای تاثیر

www.SID.ir

Archive of SID

مثبت بر متابولیسم سلولی بوده و سبب افزایش رشد گیاه و تعداد غـدد اسانس در برگ‌ها می‌شوند. از طرف دیگر با افزایش رشد گیاه، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی گیاه افزایش یافته و به طور مستقیم بـر میزان و عملکرد اسانس تاثیر می‌گذارد (۴۲). نتـایج ایـن آزمـایش بـا نتایج سایر محققین (۳ و ۲۳) روی گیاه مرزنجوش و ریحان در رابطه با تاثیر مثبت کود جلبک دریایی بر درصـد اسـانس مطابقـت داشـت. به‌علاوه نتایج آزمایش حاضر با نتایج (۱۳) مبنی بر تاثیر مثبت عصاره کود جلبک دریایی در افزایش میزان اسانس در گیاه نعنا و ریحان نیـز مطابقت دارد (۱۳).

همبستگی بین صفات

همانطور که در جـدول شـماره (۶) مشـاهده مـی‌شـود، بیشـترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفات عملکرد اسانس و ارتفاع بوتـه (** r =۰/۹۶۱)، درصد اسانس و عملکرد اسانس (** r =۰/۹۴۵)، طول برگ با تعداد شاخه فرعی (** r =۰/۹۱۸)، درصـد اسـانس بـا ارتفـاع بوتـه (** r =۰/۹۱۳)، وزن خشـک ریشـه بـا طـول بـرگ (** r =۰/۸۸۱) وجود داشت، که این موضوع می‌تواند به دلیل تاثیر مثبت کود آلی جلبک دریایی بر افزایش رشد ریشـه و متقـابلا جـذب بیشتر عناصر غذایی از خاک باشـد. هـم‌چنـین کـم‌تـرین همبسـتگی (** r =۰/۲۳۳) بین صفات شاخص اسپد و وزن تر ساقه و وزن تر ساقه و عرض برگ (** r =۰/۲۷۸) وجود داشت (جدول ۶).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشـان داد کـه اسـتفاده از کـود آلـی جلبک دریایی سبب تاثیر مثبت و معنـی‌داری بـر روی شاخصـه‌هـای رشدی گیاه دارویی مرزه شده و می‌تواند سبب افزایش و بهبود صفاتی نظیر درصد و عملکرد اسانس نیز گردد. به‌طور کلی و براسـاس نتـایج حاصل شده از آزمایش به ترتیب تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی‌لیتـر بـر لیتـر دارای بهترین کارآیی بوده و قابل توصیه می‌باشند. هم‌چنین استفاده از کود جلبک دریایی توانایی بـه حـداقل رسـاندن اسـتفاده از کودهـای شیمیایی را داشته و می‌تواند هزینه‌های مربوط بـه تولیـد گیاهـانی از قبیل مرزه را کاهش داده و از نظر زیست محیطی نیز بی‌خطر باشد.

جدول ۵- اثر تیمارهای کود جلبک دریایی بر صفات اندازه‌گیری شده در مرزه

Table 5-The effect of seaweed fertilizer on the measured traits of summer savory

غلظت کود جلبک دریایی Seaweed fertilizer concentration (ml l^{-1})	طول برگ Leaf length (mm)	عرض برگ Leaf width (mm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight (g)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (g)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)	مقدار اسانس Essential oil content (%)	عملکرد اسانس Essential oil yield (g/m^2)
0 (Control)	23.00 d	3.42 c	37.00 d	132.24 b	24.47 c	8.62 c	2.47 d	1.21 b	2.51 c
2.5	31.55 c	6.47 b	45.66 c	145.19 ab	31.65 b	12.40 b	3.85 c	1.73 b	3.63 bc
5	37.88 b	6.88 b	54.66 a	196.08 a	37.64 a	14.97 a	5.51 b	2.51 a	6.28 a
10	43.22 a	8.07 a	50.33 b	181.01 ab	37.69 a	15.17 a	6.42 a	1.60 b	4.48 b

* حروف مشابه در ستون ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد است

Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 1% probability level based on Duncan's Multiple Range Test

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد بررسی در مرزه

Table 6- Pearson correlation coefficients between studied traits of summer savory

صفات Traits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1- تعداد شاخه فرعی Number of branches	1											
2- طول برگ Leaf length (mm)	0.92 **	1										
3- عرض برگ Leaf width (mm)	0.70 **	0.80 **	1									
4- قطر ساقه Stem diameter (mm)	0.80 **	0.90 **	0.80 **	1								
5- ارتفاع بوته Plant high (cm)	0.71 **	0.76 **	0.66 **	0.74 **	1							
6- وزن تر ریشه RFW(g m^{-2})	0.77 **	0.88 **	0.78 **	0.83 **	0.77 **	1						
7- وزن خشک ریشه RDW (g m^{-2})	0.84 **	0.85 **	0.83 **	0.82 **	0.73 **	0.86 **	1					
8- وزن تر ساقه SFW (g m^{-2})	0.34 *	0.38 *	0.28	0.57 **	0.34 *	0.37 *	0.36 *	1				
9- وزن خشک ساقه SDW (g m^{-2})	0.71 **	0.70 **	0.59 **	0.72 **	0.76 **	0.65 **	0.72 **	0.44 **	1			
10- شاخص اسپد Spad index	0.56 **	0.63 **	0.64 **	0.56 **	0.66 **	0.63 **	0.51 **	0.23	0.38 *	1		
11- درصد اسانس Essential oil percent	0.47	0.46	0.62	0.50	0.92 **	0.56 **	0.42	0.79 *	0.38	0.52	1	
12-عملکرد اسانس Essential oil yield (g/m^2)	0.73 *	0.70	0.71 *	0.73 *	0.96 **	0.75**	0.67 *	0.91 **	0.60	0.52	0.94 **	1

RFW: Root fresh weight, RDW: Root dry weight, SFW: Shoot fresh weight and SDW: Shoot dry weight, respectively.

* و **، به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

*, **: Significant at 5% and 1% of probability level, respectively

منابع

1. Adesemoye A.O., Torbert H.A., and Kloepper J.W. 2009. Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. Microbial ecology, 58(4), 921-929.
2. Alam, M. Z., Braun, G., Norrie, J., & Hodges, D. M. 2013. Effect of Ascophyllum extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. Canadian Journal of Plant Science, 93(1), 23-36.
3. Andrea, C., Lingua, G., Bardi, L., Masoero, G., & Berta, G. 2007. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and essential oil composition in *Ocimum basilicum* var. Genovese. Caryologia, 60(1-2), 106-110.
4. Arun, K. S. 2002. A handbook of Organic Farming. Pub. Agrobios, India.
5. Azaz, D., Pemircif, M.N., and Baser K.H. 2002. Antimicrobial activity of *Satureja* oils. Zeitschrift für Naturforschung, 57: 817–821.
6. Bezić, N., Šamanić, I., Dunkić, V., Besendorfer, V., & Puizina, J. 2009. Essential oil composition and internal transcribed spacer (ITS) sequence variability of four South-Croatian *Satureja* species (Lamiaceae). Molecules, 14(3), 925-938.
7. Blunden, G., & Wildgoose, P. B. (1977). The effects of aqueous seaweed extract and kinetin on potato yields. Journal of the Science of Food and Agriculture, 28(2), 121-125.
8. Chatterji, A., Dhargalkar, V. K., Sreekumar, P. K., Parameswaran, P. S., Rodrigues, R., & Kotnala, S. 2004. Anti-influenza activity in the Indian seaweeds-A preliminary investigation. In the proceeding of the 2004 National Seminar on New Frontiers in Marine Bioscience Research, pp: 11-16.
9. Chojnacka, K., Saeid, A., Witkowska, Z., & Tuhy, L. 2012. Biologically active compounds in seaweed extracts—the prospects for the application. In The open conference proceedings journal, 3, (1), 20-28.
10. Chouliaras, V., Tasioula, M., Chatzissavvidis, C., Therios, I., & Tsabolatidou, E. 2009. The effects of a seaweed

www.SID.ir

Archive of SID

extract in addition to nitrogen and boron fertilization on productivity, fruit maturation, leaf nutritional status and oil quality of the olive (*Olea europaea* L.) cultivar Koroneiki. Journal of the Science of Food and Agriculture, 89(6), 984-988.
11. Dobromilska, R., Mikiciuk, M., & Gubarewicz, K. 2008. Evaluation of cherry tomato yielding and fruit mineral composition after using of Bio-algeen S-90 preparation. Journal of Elementology, 13(4), 491-499.
12. Durairatnam, M. 1961. Contribution to the study of the marine algae of Ceylon. Bulletin of the Fisheries Research Station, Ceylon, 10, 1-181.
13. Elansary, H. O., Yessoufou, K., Shokralla, S., Mahmoud, E. A., & Skalicka-Woźniak, K. 2016. Enhancing mint and basil oil composition and antibacterial activity using seaweed extracts. Industrial Crops and Products, 92, 50-56.
14. Erulan, V., Soundarapandian, P., Thirumaran, G., & Ananthan, G. 2009. Studies on the effect of Sargassum polycystum extract on the growth and biochemical composition of *Cajanus cajan* (L.). American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 6(4), 392-399.
15. Featonby-Smith, B. C., & Van Staden, J. 1983. The effect of seaweed concentrate and fertilizer on the growth of *Beta vulgaris*. Zeitschrift für Pflanzenphysiologie, 112(2), 155-162.
16. Featonby-Smith, B. C., & Van Staden, J. 1984. The effect of seaweed concentrate and fertilizer on growth and the endogenous cytokinin content of *Phaseolus vulgaris*. South African Journal of Botany, 3(6), 375-379.
17. Gollan, J. R., & Wright, J. T. 2006. Limited grazing pressure by native herbivores on the invasive seaweed *Caulerpa taxifolia* in a temperate Australian estuary. Marine and Freshwater Research, 57(7), 685-694.
18. Güllüce, M., Sökmen, M., Daferera, D., Ağ ar, G., Özkan, H., Kartal, N. & Şahin, F. 2003. In vitro antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of the essential oil and methanol extracts of herbal parts and callus cultures of *Satureja hortensis* L. Journal of Agricultural and food chemistry, 51(14), 3958-3965.
19. Hadian, J., Tabatabaei, S. M. F., Naghavi, M. R., Jamzad, Z., & Ramak-Masoumi, T. 2008. Genetic diversity of Iranian accessions of *Satureja hortensis* L. based on horticultural traits and RAPD markers. Scientia Horticulturae, 115(2), 196-202.
20. Heydari, M., Daneshian Mogaddam, A.M., Nourafcan, H. 2017. Effect of Vermicompost and Liquid Seaweed Fertilizer on Morpho-physiological Properties of Marigold (*Calendula officinalis* L.). Journal of Crop Ecophysiology, 10 (4), 891-906. (in Persian with English abstract)
21. Heywood, V.H. 2002. The conservation of genetic and chemical diversity in medicinal and aromatic plants. PP. 13 22. In: Sener, B. (Ed.), Biodiversity: Biomolecular Aspects of Biodiversity and Innovative Utilization, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York Jannin, L., Arkoun, M., Etienne, P., Laîné, P., Goux, D. on 32: 31–52. Indian Botanical Society, 71 (1):19-21.
22. Jayasinghe, P. S., Pahalawattaarachchi, V., & Ranaweera, K. K. D. S. 2016. Effect of Seaweed Liquid Fertilizer on Plant Growth of *Capsicum annum*. Discovery, 52, 723–734.
23. Karagiannidis, N., Thomidis, T., Lazari, D., Panou-Filotheou, E., & Karagiannidou, C. 2011. Effect of three Greek arbuscular mycorrhizal fungi in improving the growth, nutrient concentration, and production of essential oils of oregano and mint plants. Scientia horticulturae, 129(2), 329-334.
24. Kumar, G., & Sahoo, D. 2011. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold. Journal of Applied Phycology, 23(2), 251-255.
25. Malakouti, M. J. 2018. Optimal fertilizer use recommendations for yield increase and production of healthy crops: determinig quality, type and time of fertilizer application for achaving an obtainable self-sufficiently, sustinable food security and optimizing farmers income (4thedition, completely revised). Moballeghan publishing. Farmers house Tehran- Iran. (in Persian with English abstract)
26. Melero, S., Vanderlinden, K., Ruiz, J. C., & Madejon, E. 2008. Long-term effect on soil biochemical status of a Vertisol under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean conditions. European Journal of Soil Biology, 44(4), 437-442.
27. Mihajilov-Krstev, T., Radnović, D., Kitić, D., Stojanović-Radić, Z., & Zlatković, B. 2010. Antimicrobial activity of *Satureja hortensis* L. essential oil against pathogenic microbial strains. Archives of Biological Sciences, 62(1), 159-166.
28. Nelson, W. R., & Van Staden, J. 1984. The effect of seaweed concentrate on growth of nutrient-stressed, greenhouse cucumbers. HortScience, l9(l), 8l-82.
29. Nelson, W.R. & van Staden, J. 1986. Effect of seaweed concentrates on the growth of wheat. South African Journal of Science, 82, 199-200.
30. Omidbaigi, R. 1997. Approaches to Production and Processing of Medicinal Plants. Vol two. Tarrahan e Nashr Publication. Tehran, Iran. (In Persian).
31. Özkalp, B., & Özcan, M. M. 2009. Antibacterial activity of several concentrations of sater (*Satureja hortensis* L.) essential oil on spoilage and pathogenic food-related microorganisms. World Applied Sciences Journal, 6(4), 509-14.
32. Papenfus, H. B., Kulkarni, M. G., Stirk, W. A., Finnie, J. F., & Van Staden, J. 2013. Effect of a commercial

www.SID.ir

Archive of SID

seaweed extract (Kelpak®) and polyamines on nutrient-deprived (N, P and K) okra seedlings. Scientia Horticulturae, 151, 142-146.
33. Paul, J. and Shridevi, S.D.K. 2014. Effect of seaweed liquid fertilizer of *Gracilria dura* (Red seaweed) on *Pennisetum glaucum* in Thoothukudi, Tamil nadu, India. Indo American Journal of Pharmaceutical Research, 4 (4): 2231-6876.
34. Pramanick, B., Brahmachari, K., & Ghosh, A. 2013. Effect of seaweed saps on growth and yield improvement of green gram. African Journal of Agricultural Research, 8(13), 1180-1186.
35. Saa, S., Rio, O. D., Castro, S., & Brown, P. H. 2015. Foliar application of microbial and plant based biostimulants increases growth and potassium uptake in almond (*Prunus dulcis*). Frontiers in Plant Science, 6, 1-9.
36. Sabir, A., Yazar, K., Sabir, F., Kara, Z., Yazici, M. A., & Goksu, N. 2014. Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and nanosize fertilizer pulverizations. Scientia Horticulturae, 175, 1-8.
37. Shahbazi, F., Nejad, M. S., Salimi, A., & 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.
38. Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agro-bios, India.
39. Sivasankari, S., Venkatesalu, V., Anantharaj, M., & Chandrasekaran, M. 2006. Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. Bioresource Technology, 97(14), 1745-1751.
40. Street, R. A. 2012. Heavy metals in medicinal plant products—An African perspective. South African Journal of Botany, 82, 67-74.
41. Tawaha, K., Alali, F. Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M., & El-Elimat, T. 2007. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. Food Chemistry, 104(4), 1372-1378.
42. Tawfeeq, A., Culham, A., Davis, F., & Reeves, M. 2016. Does fertilizer type and method of application cause significant differences in essential oil yield and composition in rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). Industrial Crops and Products, 88, 17-22.
43. Van Staden, J. 1976. Seasonal changes in the cytokinin content of *Ginkgo biloba* leaves. Physiologia Plantarum, 38(1), 1-5.
44. Vijayakumar, S., Durgadevi, S., Arulmozhi, P., Rajalakshmi, S., Gopalakrishnan, T., & Parameswari, N. 2018. Effect of seaweed liquid fertilizer on yield and quality of *Capsicum annum* L. Acta Ecologica Sinica, In press
45. Zodap, S.T., A. Gupta, S.C. Bhandari, U.S. Rawat, D.R. Chaudhary, K. Eswarana, and J. Chikara. 2011. Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill). Journal of Scientific and Industrial Research, 70, 215-219.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.4, Winter 2020, P. 685-696
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۶۹۶-۶۸۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Different levels of Seaweed Fertilizer on Growth Parameters, Yield and Essential Oil Content of Summer Savory (*Satureja hortensis* L.)

A. Rezaei[1]- M. T. Ebadi[2*]- H. Pirani[3]

Received: 02-02-2019
Accepted: 10-11-2019

Introduction: Organic production is one of the important aspects in the medicinal plants industry and the use of organic fertilizers is very important in this topic. Seaweeds are important marine living resources with tremendous commercial applications and many commercial products from seaweed extract are used in agriculture and horticulture. Seaweed extracts can be used in liquid form as a foliar spray, soil drench or in powder and granular forms as soil conditioners and manure. Using seaweed extracts as fertilizers can improve plant productivity, because they contain growth-promoting hormones. Several studies have also shown that the seaweed extracts can suppress plant diseases and insect pests. Nowadays, seaweed extract is used as an organic fertilizer in order to increase the quantitative yield of medicinal plants and also resistance to environmental stresses. Summer savory is one of the medicinal and spice plants that has a high area under cultivation in our country for food and medicine. Various studies on its essential oil had been shown that it contains high amounts of phenolic compounds like Carvacrol, γ-Terpinene, Thymol, p-Cymene, β-Caryophyllene, Linalool, and other terpenoids.

Materials and Methods: In order to study the effect of different levels of seaweed fertilizer on the growth characteristics, plant material yield, essential oil percentage of summer savory, an experiment was conducted as a randomized complete block design with 3 replications at the Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University (TMU) during 2017. The treatments included: 0 (control), 2.5, 5 and 10 ml/liter seaweed fertilizer that they were used as a foliar application for three times in the growing season. According to the meteorological data, the area had an average rainfall of 246 mm and a semi-arid climate. In order to determine the physical and chemical properties of the soil, soil sampling and testing were done. To prepare the field, the soil tillage operation was carried out using a 40 cm depth plow. Then, plots with a 2 × 2 meters at a distance of half a meter from each other were prepared. The seeds used in this experiment were prepared from Varamin landrace, which is mainly cultivated by farmers in Tehran and Alborz provinces. Sowing operation was carried out manually. In each plot, 7 rows (30 cm spacing between rows) were cultivated and all of the plots were irrigated in the same conditions. The organic fertilizer (Bioalgax) used in this experiment was based on an extract of seaweed (*Ascophyllum nodosum*), which was obtained from the Kimitec company, Spain. This fertilizer is a natural source of phytohormones such as cytokinins, auxins, and gibberellins and also, it has some minerals. After reaching the height of 20 cm (eight weeks after planting), spraying of the fertilizer solutions was applied three times during the growing season at intervals of 10 days. The foliar application was carried out at sunset time by using a manual sprayer. The harvest was carried out at full flowering stage and 3 plants of each plot were harvested. The studied traits were: plant height, stem diameter, the number of branches, leaf length, and width, shoot fresh and dry weight, root fresh and dry weight, SPAD index, essential oil yield and content.

Results and Discussion: The results showed that different concentrations of seaweed fertilizer had a significant effect on the number of branches, shoot dry weight, root fresh and dry weight, leaf width and plant height at 1% probability level. They also had a significant effect on the shoot fresh weight, essential oil percentage, and yield at 5% probability level. On the basis of the results, the highest number of branches (35.44), leaf length and width (43.22 and 8.07 mm), stem diameter (5.00 mm), root fresh and dry weight (15.17 and 6.42 g), shoot fresh and dry weight (181.01 and 37.69 g) and SPAD index (48.13) were obtained from 10 ml/liter seaweed fertilizer and the lowest amounts were observed in control treatment. The maximum plant height (54.66 cm) and the highest percentages and the yield of essential oil (2.51% and 6.28 g/m^2) were also obtained from 5 ml/liter seaweed fertilizer. According to the results, the response of summer savory to the use of seaweed fertilizer was positive and it could be placed in the fertilization program of farmers.

Keywords: Medicinal plants, Organic fertilizer, Seaweeds, Summer savory, Sustainable agriculture.

1, 2 and 3- Ph.D student, Assistant Professor and MSc student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: mt.ebadi@modares.ac.ir)

www.SID.ir