بررسی کاربرد عصاره جلبک دریایی و کود گوگرد سولفاته بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد کلزا پائیزه (*Brassica Napus L.*) رقم ناتالی

Effect of Seaweed extract (Basfoliar Kelp sl) and Sulphate (K-leaf) on yield and some yield components of winter rapeseed (*Brassica Napus L.*) var. Natalie

علیرضا آذرمهر[۱]، مهدی باقی[۱]، مهدی ضیایی نسب[۲]

۱- گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، رودهن، تهران- ایران.

۲- گروه اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن ، رودهن، تهران- ایران

*نویسنده مسوول مکاتبات: azarmehr2010@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۱

چکیده

پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی اثرات محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و تری‌اکسیدگوگرد بر صفات عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد بیولوژیک، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف شاخه‌های فرعی، وزن خشک، وزن هزار دانه و شاخص برداشت کلزا پائیزه (*Brassica napus L.*) رقم ناتالی در مزرعه‌ی آزمایشی واقع در شهرستان دماوند (آبسرد) استان تهران در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عامل اول شامل محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی *Ecklonai maxima* با نام تجاری Basfoliar Kelp با غلظت صفر، یک، دو و سه لیتر در هکتار و عامل دوم شامل اسپری تری‌اکسیدگوگرد (SO_3) با نام تجاری K-leaf با غلظت صفر، ۱/۵ و ۲/۵ لیتر در هکتار در سه مرحله سه الی پنج برگی بوته‌ها در ابتدای آبان ماه، آغاز ساقه‌دهی در فروردین ماه و نیز مرحله گل‌دهی در اردیبهشت ماه بود. کاربرد عصاره جلبک دریایی بر افزایش اندازه تمامی صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکردی مورد ارزیابی به‌غیر از شاخص برداشت موثر بود. همچنین اثرات کاربرد تری‌اکسیدگوگرد بر صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف شاخه های فرعی، درصد روغن، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. اثر متقابل مصرف سه لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی به‌همراه ۲/۵ لیتر در هکتار تری‌اکسیدگوگرد با ایجاد ۴۸/۹۶ درصد روغن به نسبت تیمار شاهد (۴۵/۹۵ درصد) افزایش شش درصدی روغن دانه و همچنین ۱۶۷/۶ غلاف نسبت به شاهد (۶۴ غلاف) افزایش ۶۲ درصدی تعداد غلاف شاخه‌های فرعی بوته را موجب گردید.

واژگان کلیدی: اجزای عملکرد، تری‌اکسید گوگرد، عصاره جلبک دریایی، عملکرد کلزا.

مقدمه

کلزا با نام علمی *Brassica napus L.* به‌عنوان سومین گیاه روغنی مهم دنیا به دلیل دارا بودن خصوصیات مطلوبی همچون مقاومت به کم آبی، شوری و سرما، ارزش تناوبی زیاد، تحمل نسبی به بافت خاک و قابلیت بالا برای رقابت با علف‌های هرز هم اکنون در سطح وسیعی از مزارع جهان در تناوب با محصولات مختلف به‌ویژه غلات کشت می‌شود. دانه کلزا حاوی ۴۵-۴۰ درصد روغن، ۱۷ تا ۲۶ درصد پروتئین و کنجاله آن حاوی ۵۰ درصد پروتئین است (دانایی و همکاران، ۱۳۹۱). عوامل چندگانه بر عملکرد کلزا تاثیر دارند که از جمله آن‌ها مصرف کودهای شیمیایی می‌باشد. مصرف بهینه کود (شیمیایی، آلی و زیستی) و تغذیه متعادل گیاه به عنوان مهم‌ترین عوامل حاصلخیزکننده خاک از مهم‌ترین دغدغه‌های بخش کشاورزی است (طهرانی و همکاران، ۱۳۹۱). هرگونه بهبود در سیستم‌های کشاورزی باید به سمت کاهش اثرات منفی محیط و پایداری سیستم حرکت کند که یکی از این روش‌ها استفاده از محرک‌های زیستی شامل عصاره جلبک دریایی است. با گذشت زمان محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی روی انواع گیاهان زراعی اهمیت چندانی پیدا نمود. عصاره جلبک‌های دریایی شامل ترکیبی از عناصر پر مصرف و کم مصرف، اسیدهای آمینه، محرک‌های رشد گیاهی (اکسین و سیتوکینین) و ویتامین‌ها بود که موجبات افزایش تحمل گیاه به انواع تنش‌های محیطی (Zhang *et al*., 2003)، افزایش جذب ریشه و به‌طور کلی بهبود کیفیت و ترکیبات آنتی اکسیدانت محصول می‌گردند (Turan and Kose, 2004). محرک‌های زیستی در کشاورزی شامل موادی به‌غیر از کودهای شیمیایی می‌باشند که در صورت کاربرد در دوزهای کم، موجب تحریک رشد گیاه می‌گردند. به‌عبارت دیگر محرک‌های زیستی، افزون کننده‌های متابولیکی هستند که می‌توانند برای افزایش تاثیر کودهای معدنی رایج استفاده گردند که در این بین مواد زیستی استخراج شده از جلبک‌های دریایی، بیش‌ترین سطح مطالعات را به خود اختصاص دادند (Craigie, 2011). ایندول استیک اسید یا IAA مهم‌ترین اکسین گیاهی است که فرآیندهای مهم فیزیولوژیکی مانند طویل شدن ریشه‌های کلزا را کنترل می‌کند. طی آزمایشی مصرف خارجی تنظیم کنندگان رشد (به‌عنوان مثال تجمع اکسین موجود در عصاره جلبک دریایی) مستقیماً بر رشد ریشه‌های افقی و اولیه در کلزا تاثیر مثبت نشان داد (Leveau and Lindow, 2005). همچنین مهم‌ترین علت استفاده از جلبک‌ها به‌عنوان کود، توانایی بالای آن‌ها در جذب آب و نگهداری آن است. این ویژگی به‌واسطه داشتن درصد بالای ترکیبات پلیمری است که قادرند مولکول‌های آب را جذب می‌کند و به حالت ژله‌ای درآیند (Zodape, 2001). طی سال‌های اخیر دامنه استفاده از جلبک‌های دریایی در کشاورزی به‌دلیل پتانسیل آنها در کشاورزی پایدار و ارگانیک علی الخصوص در زراعت‌های دیم به‌منظور جلوگیری از کاربرد مفرط کودهای شیمیایی و بهبود جذب معدنی عناصر کاربرد یافته است. برخلاف کودهای شیمیایی، این ترکیبات در رده محصولات زیستی ضعیف شده، غیرسمی، غیرآلاینده و بدون خطر برای انسان‌ها، حیوانات و پرندگان می‌باشند (Dhargalkar and Pereira, 2005). طی تحقیق عبداللهی و همکاران (۱۳۹۳) در برخی صفات رویشی خیار گلخانه‌ای رقم یلدا، تاثیر معنی‌دار محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی بر افزایش ارتفاع گیاه، شاخه‌دهی و سطح برگ گیاهان تیمار شده نسبت به شاهد نشان داده شد. در خصوص بررسی اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر صفت تعداد دانه در غلاف، نتایج تحقیقات راتور و همکاران (Rathore *et al.,* 2008) و کومار و ساهو (Kumar and Sahoo, 2011) موید تاثیر معنی‌دار کاربرد عصاره‌های جلبک دریایی در افزایش صفت مذکور نسبت به شاهد در گیاهان سویا و گندم بود.

کلزا متعلق به تیره کلم است و اعضای این تیره قادر به جذب و تحلیل مقدار بیش‌تری گوگرد در مقایسه با بسیاری از گیاهان دیگر هستند (Broadley *et al*., 2012). مصرف ترکیبات گوگردی در زراعت کلزا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، مصرف گوگرد مقدار اسید اولئیک دانه کلزا را افزایش می‌دهد که دلیل آن فراهمی گوگرد در زمان پر شدن

دانه است که از تبدیل اسید اولئیک به اسید اروسیک و کاهش آن جلوگیری می‌کند. نسبت نیتروژن به گوگرد در گیاهان روغنی از اهمیت خاصی برخوردار است برای تولید حداکثر عملکرد، نسبت N/S در مرحله گلدهی کلزا باید ۱۲ باشد؛ طی تحقیق جلیلی و همکاران (Jalili *et al.*, 2000) با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد عنصری، عملکرد کلزا از ۴۴۷۰ کیلوگرم به ۵۰۵۵ کیلوگرم افزایش و غلاف‌های نابارور نیز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. پژوهش گرنت و همکاران (Grant *et al.*, 2003) با بررسی تاثیر کود گوگرد و شخم در زراعت کلزا، نتایج نشان داد با کاربرد فرم‌های مناسب کود گوگرد در خاک‌های دچار کمبود سولفات، تجمع روغن دانه کلزا افزایش داشت. این تحقیق به‌منظور بررسی کاربرد عصاره جلبک دریایی و کود گوگرد سولفاته بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا پائیزه رقم ناتالی در منطقه آبسرد دماوند صورت گرفت

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی تاثیر کاربرد مقادیر مختلف عصاره جلبک دریایی با نام تجاری Basfoliar Kelp SL با محتوی جلبک سبز *Ecknolia maxima* و کود گوگرد سولفاته بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پائیزه رقم ناتالی *Brassica napus var. Natalie* به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ واقع در آبسرد شهرستان دماوند در فاصله ۶۰ کیلومتری شرق تهران، با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۹ دقیقه و ۱۶ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه و ۵۲ ثانیه شمالی، ارتفاع ۱۹۴۳ متر از سطح دریا، متوسط بارندگی سالیانه ۳۲۱/۷ میلی‌متر و متوسط رطوبت نسبی سالیانه ۴۳/۷٪ [مطابق مستندات ایستگاه تحقیقات کشاورزی مراتع همند آبسرد به‌عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی] انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح مصرف محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی صفر، یک، دو و سه لیتر در هکتار و همچنین گوگرد قابل جذب سولفاته (تری‌اکسید گوگرد) با نام تجاری K-leaf با سطوح محلول‌پاشی صفر، ۱/۵ و ۲/۵ لیتر در هکتار بود. به‌منظور آماده‌سازی زمین جهت کشت، با توجه به نتایج آزمون خاک و زراعت قبلی، کود کامل ماکرو (N:P:K) به‌میزان یک صد کیلوگرم در هکتار قبل از شخم دوم به خاک اضافه گردید. عملیات کاشت بذر در تاریخ ۱۳۹۴/۷/۷ با دستگاه ریزدانه کار کلزا و میزان بذر حدود هشت کیلوگرم در هکتار و تراکم ۷۰ بوته در مترمربع صورت پذیرفت و مزرعه بلافاصله آبیاری گردید. فاصله بین ردیف‌ها ۵۵ سانتی‌متر و روی هر پشته دو ردیف بذر با فواصل ۱۰تا هفت سانتی‌متر بود. طی فرآیند داشت، سه مرحله کود نیتروژنه سرک بسته به مرحله رشد و نیاز گیاه به‌ترتیب همراه با آبیاری دوم در پائیز، خروج از روزت در اواخر اسفند و مرحله گلدهی در اردیبهشت ماه استفاده گردید. به‌منظور جلوگیری از اختلاط کرت‌ها (با توجه به انجام محلول‌پاشی و احتمال اثرات حاشیه‌ای)، مرز کرت‌های همجوار هر بلوک به وسیله خاک به پهنای حدود ۵۰ سانتی‌متر کاملاً تفکیک و کانال‌های ورود و خروج آب کرت‌ها، به‌طور جداگانه تعبیه شدند. زمان‌های محلول‌پاشی تیمارها در سه مرحله به‌ترتیب سه الی پنج برگی بوته‌ها در پنجم آبان ماه ۱۳۹۴، آغاز ساقه‌دهی در یازدهم فروردین ماه ۱۳۹۵و گل‌دهی در نیمه اردیبهشت ماه همان سال براساس توصیه کارخانه سازنده، اهداف آزمایش، نیاز گیاه و سوابق تحقیقات مشابه صورت گرفت.

نمونه برداری‌ها به‌صورت تخریبی و تصادفی و بسته به صفات مورد نظر به‌وسیله قیچی باغبانی، متردستی، آون، ترازوی دیجیتال، ماشین‌حساب و درصد روغن به‌روش سوکسله (پروانه، ۱۳۷۱) و با کاربرد حلال در آزمایشگاه دانه های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تعیین گردید. در هر مرحله از نمونه‌برداری‌ها به‌غیر از برآورد عملکرد دانه (که برداشت پلات یک مترمربعی از هر کرت صورت پذیرفت)، در هر مرحله نمونه‌برداری از هر واحد آزمایشی تعداد پنج بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و میانگین اندازه صفات موردنظر برای هر کرت محاسبه گردید، از آغاز رسیدن خورجین‌ها، ابتدا صفات تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد

خورجین‌های شاخه‌های فرعی بوته‌ها محاسبه، سپس وزن تر از طریق برداشت اندام‌های هوایی و وزن خشک نیز پس از استقرار آنها در آون به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۵ درجه سلسیوس و سپس توزین با ترازوی دیجیتال تعیین گردید. همچنین در فاصله زمانی مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی دانه تا برداشت اقتصادی (رطوبت ۱۰ درصد دانه‌ها و تیره شدن حداقل ۸۰ درصد دانه‌های خورجین‌های میانی) صفات وزن هزاردانه، درصد روغن، عملکرد دانه و نهایتاً عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به روش زیر محاسبه گردیدند برای تعیین وزن هزار دانه پس از برداشت، از دانه‌های برداشت شده از هر کرت آزمایشی، پنج نمونه صدتایی، انتخاب و وزن آن‌ها با ترازوی دقیق آزمایشگاهی تعیین شد و حاصل ضرب میانگی‌ـن وزن آن‌ها، در عدد۱۰، وزن هزار دانه محاسبه شد.

عملکرد دانه: برای تعیین عملکرد دانه، بوته‌های موجود در مساحت برداشت، از هر کرت آزمایشی برداشت شد و جهت خشک شدن نهایی و رسیدن رطوبت آن‌ها به ۱۴٪ به‌مدت یک هفته در هوای آزاد قرارگرفتند و بعد از یک هفته به‌روش دستی دانه‌ها از خورجین‌ها جدا شدند. دانه‌های برداشت شده هر تیمار مورد نظر، به‌طور جداگانه با ترازوی دقیق دیجیتالی توزین گشته و با تبدیل مترمربع به هکتار، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. پس ازکف برنمودن بوته‌های هر کرت آزمایشی و قبل از جداکردن دانه از خورجین، وزن کل بوته‌ها توسط باسکول اندازه‌گیری و سپس به هکتار تعمیم داده شد. عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید.

شاخص برداشت: شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی (دانه) بر عملکرد بیولوژیک (کل) ×۱۰۰ محاسبه شد

$$HI = GY/BY * 100$$

GY: عملکرد اقتصادی (دانه)

BY: عملکرد بیولوژیک (وزن کل بوته + دانه)

از بین خصوصیات کلزا مهم ترین آن یعنی میزان روغن دانه، مورد سنجش و ارزیابی قرارگرفت. برای این کار از روش سوکسله استفاده شد (پروانه، ۱۳۷۱). در پایان آزمایش نتایج هر تیمار با برنامه نرم‌افزاری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت و مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح یک و پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعـداد شاخه‌های فرعی در بوته: ارزیابی نتایج تجـزیـه واریـانـس نشـان داد که تاثیر کاربرد محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی و تیمارهـای تری‌اکسیـد گـوگـرد (SO_3) بر تعداد شاخه‌های فرعی کلزا در سطح یک درصد معنی‌دار بـود، اما اثـر متقـابل تیمارها، از نظر آماری تاثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های فرعی در بوته کلزا نداشت (جدول یک).

مقایسه میانگین تیمارها (جدول دو) نشان داد بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی بوته‌های کلزا با ۶/۸ شاخه مربوط به تیمار کاربرد سه لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی (که اختلاف معنی‌داری با سطح دو لیتر در هکتار نداشت) و کم‌ترین تعداد شاخه فرعی با ۴/۷ شاخه مربوط به تیمار شاهد (بدون مصرف عصاره جلبک دریایی) بود. در خصوص کاربرد تری‌اکسیدگوگرد نیز بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی (۶/۳ و ۶ شاخه) به‌ترتیب در تیمارهای ۲/۵ لیتر در هکتار و ۱/۵ لیتر در هکتار تری‌اکسید گوگرد نسبت به شاهد (۵/۳ شاخه) محقق گردید. بنابراین در این پژوهش محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی تا ۳۰ درصد و گوگرد سولفاتی (تری‌اکسید گوگـرد) نیز تا ۱۶ درصد موجب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته‌های کلزا گردید. تحقیق حق پرست و همکاران (۱۳۹۱) با تاثیر بررسی نتایج محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و اسید هیومیک بر کاهش اثرات منفی تنش خشکی در نخود، نشان داد محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر افزایش تعداد شاخه اصلی و جانبی نخود معنی‌دار و نسبت به تیمار اسید هیومیک کارآمدتر بود. همچنین بررسی اثرات پتاسیم و گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد و کیفیت کلزا توسط گواهی و صفری (Govahi & Saffari, 2006)، افزایش تعداد شاخه‌های اولیه و

ثانویه با افزایش سطوح گوگرد (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) همبستگی مثبت نشان داد اما با مصرف پتاسیم تاثیر معنی‌داری نداشت که با نتایج این تحقیق مطابقت می‌کند.

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد کلزا پائیزه تحت تاثیر کاربرد عصاره جلبک دریایی و تری‌اکسید گوگرد

Table 1. Analysis of variance by using seaweed extract and sulfur trioxide on yield and yield components of winter rapeseed (*Brassica napus L.*)

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات (M.S) تعداد شاخه فرعی Number of subshrubs	خورجین شاخه‌های فرعی pods on subshrubs	وزن هزار دانه Seed 1000 weight	وزن خشک بوته Dry weight
Block	تکرار	2	0.78 ^{ns}	1.08 ^{ns}	0.15 ^{ns}	282.46 *
Seaweed extract (A)	عصاره جلبک (A)	3	7.19 **	6742.07 **	0.66 **	179.58 *
Sulfur trioxide (B)	تری‌اکسیدگوگرد (B)	2	3.11 **	1264.58 **	0.15 ^{ns}	27.14 ^{ns}
Interaction (A×B)	اثر متقابل (A×B)	6	0.63 ^{ns}	275.99 **	0.16 ^{ns}	64.57 ^{ns}
Error	خطا	22	0.57	51.39	0.15	68.49
C.V	ضریب تغییرات (درصد)	-	12.77	6.66	8.41	20.6

ns: بدون اثر معنی‌دار، * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns: Non-significant, * and ** significant at 5% and 1% respectively

ادامه جدول ۱

Continued Table 1

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی Df	میانگین مربعات (M.S) عملکرد دانه G. yield	عملکرد بیولوژیک B. yield	درصد روغن Oil content	شاخص برداشت H. index
Block	بلوک	2	0.14 ^{ns}	8.91 ^{ns}	3.0000**	16.81 ^{ns}
Seaweed (A) extract	عصاره جلبک (A)	3	864481.50 **	57.71 **	8.3840**	20.87 *
Sulfur trioxide (B)	تری‌اکسیدگوگرد (B)	2	744403.62 **	13.28 *	0.6380**	3.24 ^{ns}
Interaction (A×B)	اثر متقابل (A×B)	6	128393.60 ^{ns}	6.59 ^{ns}	1.0560**	8.85 ^{ns}
Error	خطا	22	90499.42	4.97	0.1140	6.91
C.V	ضریب تغییرات (درصد)	-	10.49	11.62	0.0003	11.58

ns: بدون اثر معنی‌دار، * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns: Non-significant, * and ** significant at 5% and 1% respectively

عملکرد دانه

طی این پژوهش عملکرد دانه تحت تاثیر اثرات ساده مصرف عصاره جلبک دریایی و نیز تری‌اکسید گوگرد قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید، اما اثر متقابل دو عامل بر صفت مذکور معنی‌دار نشد (جدول یک). مطابق ارزیابی مقایسه‌های میانگین داده‌ها (جدول دو)، بالاترین عملکرد دانه با ۴/۵۶ تن در هکتار از تیمار محلول‌پاشی سه لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی به‌دست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای محلول‌پاشی نداشت (شکل یک)، تیمار شاهد نیز کم‌ترین عملکرد را با ۳/۸۳ تن در هکتار به‌خود اختصاص داد، بنابراین مصرف عصاره جلبک دریایی تا ۱۶ درصد نسبت به تیمار شاهد در افزایش عملکرد دانه موثر واقع‌گردید. در تحقیقی مشابه، راتور و همکاران

(Rathore *et al*., 2009) در بررسی تاثیر دوزهای مختلف محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر رشد و عملکرد سویای دیم، ضمن اثبات تاثیر معنی‌دار کاربرد عصاره جلبک دریایی نسبت به تیمار شاهد در صفت مذکور، بالاترین عملکرد دانه را در تیمار حداکثر (۱۵ درصد عصاره جلبک دریایی) ارزیابی نمودند. افزایش عملکرد دانه به حضور تنظیم کننده‌های رشدی همچون اکسین، جیبرلین، کینتین و زآتین در عصاره جلبک دریایی نسبت داده می‌شود. همچنین بالاترین عملکرد دانه با ۴/۴۶ تن در هکتار از تیمار ۲/۵ لیتر در هکتار تری‌اکسید گوگرد که با تیمار ۱/۵ لیتر در هکتار مصرف تری‌اکسید گوگرد اختلاف معنی‌داری نداشت، حاصل گردید، تیمار شاهد نیز حداقل عملکرد دانه (۳/۹۸ تن در هکتار) را به‌خود اختصاص داد در نتیجه محلول‌پاشی So_3 تا ۱۱ درصد موجب بهبود عملکرد دانه گردید (شکل دو). در این خصوص جلیلی و همکاران (Jalili *et al*., 2000) نیز افزایش معنی‌دار عملکرد کلزا را با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد نسبت به شاهد نشان دادند. به‌نظر می‌رسد گوگرد با تاثیر بر سنتز کلروپلاست، اسیدهای چرب و افزایش فعالیت فتوسنتزی باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد.

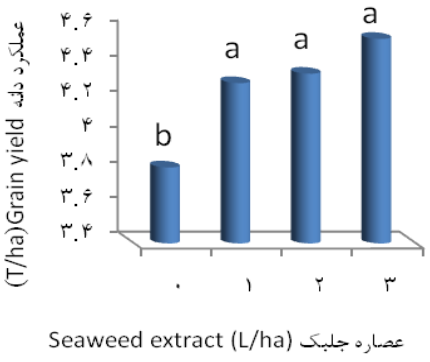
جدول ۲- مقایسه میانگین ارزیابی کاربرد عصاره جلبک دریایی و تری‌اکسیدگوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا پائیزه

Table 2. Compare means of seaweed extract and sulfur trioxide on yield and yield components of winter rapeseed (*Brassica napus L*.)

تیمار treatment	غلظت Consistence ($L.ha^{-1}$)	تعداد شاخه های فرعی Number of subshrubs	وزن خشک اندام هوایی Dry weight (g)	وزن هزار دانه Seed 1000 weight (g)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد دانه Grain yield ($t.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index(%)
عصاره جلبک دریایی Seaweed extract	0	4.77 ^{c}	35.289 ^{b}	4.3889 ^{b}	15.900 ^{c}	3.8318 ^{b}	24.467 ^{a}
	1	5.66 ^{b}	38.778 ^{ab}	4.3889 ^{b}	18.947 ^{b}	4.3112 ^{a}	22.431 ^{b}
	2	6.22 ^{ab}	40.689 ^{ab}	4.4444 ^{b}	19.959 ^{ab}	4.3646 ^{a}	22.186 ^{b}
	3	6.88 ^{a}	45.956 ^{a}	4.8444 ^{a}	21.976 ^{a}	6.5625 ^{a}	22.013 ^{b}
تری‌اکسید گوگرد Sulfur trioxide	0	5.33 ^{b}	39.508 ^{a}	4.4583 ^{a}	18.0107 ^{b}	3.9878 ^{b}	23.175 ^{a}
	1.5	6.00 ^{a}	39.125 ^{a}	4.5000 ^{a}	19.5563 ^{ab}	4.3494 ^{a}	22.142 ^{a}
	2.5	6.33 ^{a}	41.9 ^{a}	4.6667 ^{a}	20.0198 ^{ab}	4.4653 ^{a}	22.758 ^{a}

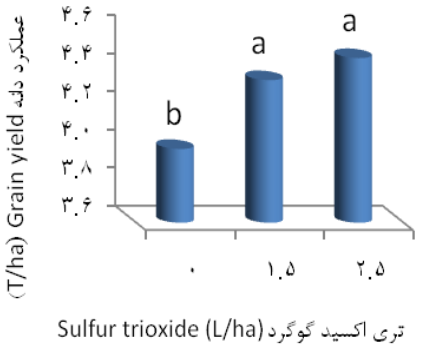
*حروف لاتین مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها است (روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد)

Means with the same letter in column are not significantly different.



شکل ۱- تاثیر سطوح عصاره جلبک دریایی بر عملکرد دانه

Fig 1. Effect of seaweed extract on grain yield

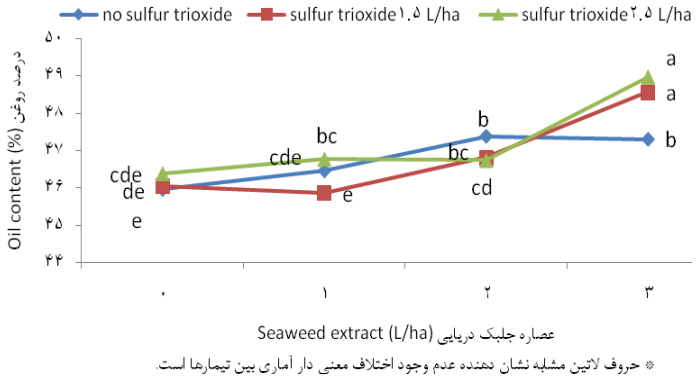


شکل ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف So_3 بر عملکرد دانه

Fig 2. Effect of SO_3 on grain yield

درصد روغن

ارزیابی نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثرات ساده عصاره جلبک دریایی و تری‌اکسید گوگرد بر صفت درصد روغن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و اثر متقابل هر دو عامل نیز در صفت مذکور در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول یک). در ارزیابی نتایج مقایسه‌های میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و تری‌اکسید گوگرد (جدول سه)، بیش‌ترین درصد روغن با ۴۸/۹۶ درصد و ۴۸/۵۶ درصد به‌ترتیب در تیمارهای سه لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی به‌همراه ۲/۵ لیتر در هکتار تری‌اکسیدگوگرد و نیز مصرف سه لیتر در هکتار عصاره جلبک به همراه ۱/۵ لیتر در هکتار تری‌اکسید گوگرد که از نظر آماری یکسان و فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند، حاصل که نسبت به شاهد تا شش درصد افزایش نشان داد (شکل سه). براساس تحقیق کولیاراس و همکاران (Chouliaras *et al.*, 2009) در بررسی اثر تیمارهای N، N+B و نیز اضافه نمودن عصاره جلبک دریایی به هر کدام از تیمارهای مذکور در درخت زیتون، مشخص‌گردید در تیمارهای حاوی افزودنی عصاره جلبک دریایی شاخص درصد روغن افزایش نشان دادند. همچنین طی تحقیق گرنت و همکاران (Grant *et al., 2003*) به‌منظور بررسی تاثیر کود گوگرد و شخم در کلزا، نتایج نشان داد با کاربرد فرم‌های مناسب کود گوگرد در خاک‌های دچار کمبود سولفات، تجمع روغن دانه کلزا افزایش یافت. با توجه به این‌که محصول فتوسنتز قند است و برای تبدیل شدن به روغن در دانه، باید متابولیت سه کربنه پیروات (محصول نهایی گلیکولیز) به استیل کوآ به‌عنوان ماده اولیه سازنده اسید چرب تبدیل شود و نقش گوگرد در ساختار استیل کوآ و مسیر بیوسنتزی آن، بنابراین اهمیت این عنصر در افزایش درصد روغن بارز است.



شکل ۳- اثر متقابل عوامل عصاره جلبک دریایی و تری‌اکسید گوگرد بر درصد روغن دانه کلزا

Fig 3. nteraction spraying seaweed extract and SO_3 in oil content

وزن خشک اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس (جدول یک) حاکی از تاثیر معنی‌دار کاربرد عصاره جلبک دریایی بر اندازه وزن خشک اندام هوایی در سطح احتمال پنج درصد و اما اثر ساده مصرف تری‌اکسیدگوگرد و اثر متقابل محلولپاشی دو عامل، اختلاف معنی‌داری بر وزن خشک اندام هوایی نداشت (جدول یک). بر اساس ارزیابی نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول دو)، بیش‌ترین وزن خشک به‌مقدار ۴۵/۹ گرم، مربوط به تیمار سه لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی و کم‌ترین وزن خشک اندام هوایی (۳۵/۲ گرم) متعلق به تیمار شاهد تعلق دارد (۲۳٪ رشد). برخی محققان افزایش معنی‌دار در وزن خشک گیاه رشادی (*Arabidopsis thaliana*) و نیز توت فرنگی بر اثر کاربرد عصاره‌های جلبک دریایی را نشان دادند (Roussos *et al.*, 2009 و Rayorath *et al.*, 2008). طی تحقیق بشارتی و همکاران (۱۳۸۵) به‌منظور

بررسی کارآیی گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس در ذرت طی دو سال متوالی با تیمارهای آزمایشی چهار سطح گوگرد و تیوباسیلوس طی سال اول و سه سطح گوگرد و دو سطح تیوباسیلوس در سال دوم، نتایج حاکی از معنی‌دار نبودن وزن خشک اندام هوایی ذرت در بین تیمارها بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل محلول‌پاشی سطوح عصاره جلبک دریایی و تری‌اکسید گوگرد در صفات درصد روغن و تعداد غلاف شاخه‌های فرعی

Table 3. Interaction compare mean in oil content and number of pods on subshrubs by using factors

مصرف عصاره جلبک دریایی Seaweed extract (L.ha)	مصرف تری¬اکسیدگوگرد Sulfur trioxide (L.ha)	درصد روغن Oil content	تعداد خورجین شاخه فرعی Number of pods on subshrubs
0	0	45.9500 ^{e}	64.000 ^{e}
0	1.5	46.0500 ^{de}	79.333 ^{d}
0	2.5	46.3800 ^{cde}	86.667 ^{d}
1	0	46.4500 ^{cde}	89.667 ^{d}
1	1.5	45.8600 ^{e}	104.000 ^{c}
1	2.5	46.9633 ^{bc}	104.333 ^{c}
2	0	47.3800 ^{b}	110.333 ^{c}
2	1.5	46.8100 ^{bc}	111.667 ^{c}
2	2.5	46.6367 ^{cd}	115.333 ^{c}
3	0	47.3000 ^{b}	128.333 ^{b}
3	1.5	48.5600 ^{a}	130.667 ^{b}
3	2.5	48.9600 ^{a}	167.667 ^{a}

*حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها است (روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد)

Means with the same letter in column are not significantly different

وزن هزار دانه

ارزیابی نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده مصرف عصاره جلبک دریایی بر صفت وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما اثر ساده تری¬اکسیدگوگرد بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول یک). بررسی مقایسات میانگین حاکی از تاثیر مصرف سه لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی نسبت به شاهد و سایر سطوح مصرف بر وزن هزار دانه بود و وزن هزار دانه ۴/۹۴ گرم حاصل شده از تیمارهای مذکور در مقایسه با کم‌ترین وزن هزار دانه که شامل تیمارهای شاهد و غلظت یک و دو لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی (تیمارهای هم گروه آماری) به‌میزان ۴/۳۸ و ۴/۴۴ گرم بودند، که موجب افزایش ۱۱ درصدی وزن هزار دانه گردید.

راتور و همکاران (Rathore *et al*., 2008) در بررسی غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در سویای دیم، بالاترین وزن هزار دانه (تست بذر) را مربوط به تیمار حداکثر با غلظت ۱۵ درصد عصاره جلبک دریایی نشان دادند. در تحقیق قاسمی و موسوی نیک (۱۳۹۲) به‌منظور بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن، گوگرد و باکتری‌های محرک رشد بر خصوصیات عملکردی کرچک، نتایج تجزیه واریانس حاکی از عدم تحت تاثیر قرارگرفتن وزن هزار دانه در تمامی تیمارهای مذکور من جمله گوگرد بود.

متوسط تعداد خورجین شاخه‌های فرعی

مطابق جدول یک (تجزیه واریانس)، اثرات ساده کاربرد عصاره جلبک دریایی و تری‌اکسیدگوگرد بر تعداد خورجین شاخه‌های فرعی بوته و همچنین اثر متقابل دو عامل بر صفت مذکور در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، بیش‌ترین تعداد خورجین شاخه‌های فرعی (۱۶۷/۶ غلاف) در تیمار حاوی مصرف سه لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی و ۲/۵ لیتر در هکتار تری‌اکسیدگوگرد مشاهده گردید که موجب افزایش اندازه صفت مذکور به میزان ۶۲ درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد عصاره جلبک و گوگرد) با تعداد ۶۴ خورجین در شاخه‌های فرعی بوته کلزا گردید (جدول سه). نتایج

تحقیقات در بررسی اثرات عصاره‌های جلبک دریایی تسریع در برخی چرخه‌های توسعه‌ای گیاه همچون جوانه‌زنی و گلدهی و همچنین افزایش باروری را در انگورهای تیمار شده و نیز توت فرنگی نشان داد (Roussos *et al.*, 2009، Sivasankari *et al*., 2006). نتایج آزمایش کریمی و همکاران (۱۳۹۱) به‌منظور بررسی اثرات کاربرد گوگرد و کود دامی در کلزا، نشان داد اثرات متقابل بافت خاک، کود دامی و گوگرد بر میزان روغن دانه و تعداد خورجین تاثیر معنی‌دار داشت.

عملکرد زیستی (بیولوژیک)

اثرات ساده کاربرد مقادیر مختف عصاره جلبک دریایی و تری‌اکسید گوگرد در سطح احتمال یک و پنج درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود؛ اما اثرات متقابل عوامل مورد آزمایش تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک نداشت. محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی با غلظت سه لیتر در هکتار با تولید ۲۱/۹۷ تن در هکتار عملکرد بیولوژیک، افزایش ۲۸ درصدی را نسبت به شاهد (۱۵/۹ تن در هکتار) نشان داد؛ همچنین در این پژوهش محلول‌پاشی غلظت ۲/۵ لیتر در هکتار تری‌اکسیدگوگرد بالاترین میزان عملکرد زیستی را (۲۰/۰۱ تن در هکتار) نسبت به تیمار شاهد با ۱۰ درصد، رشد داشت.

حق پرست و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی اثرات کاربرد عصاره جلبک دریایی و اسید هیومیک بر کاهش تنش خشکی در نخود، بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک را مربوط به محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی نشان دادند. طبق تحقیقات، مصرف عصاره جلبک دریایی به‌صورت محلول‌پاشی، رشد رویشی و زایشی گیاه را از طریق افزایش غلظت هورمون سیتوکینین بهبود می‌بخشد.

گوگرد با تاثیر بر سنتز کلروپلاست، اسیدهای چرب و افزایش فعالیت فتوسنتزی باعث بالابردن تولید ماده خشک در اجزای مختلف گیاهی شده و تولید زیست توده را افزایش می‌دهد (فروغی و عبادی، ۱۳۹۱)، در این خصوص بناری و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی تاثیر سطوح مختلف مصرف گوگرد آلی گرانوله و تقسیط نیتروژن در آفتابگردان، ثابت نمودند کاربرد گوگرد در مقایسه با تیمار شاهد (بدون گوگرد) افزایش معنی‌دار عملکرد زیستی را به‌همراه داشت. با توجه به نقش تغذیه‌ای کلزا به عنوان خوراک دام و طیور، کاربرد تیمارهای ۲ لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی و ۱/۵ لیتر در هکتار تری‌اکسیدگوگرد که فاقد اختلاف معنی‌دار آماری با سطوح بالاتر عامل‌ها می‌باشند، ضمن افزایش عملکرد زیستی، هزینه تولید کم‌تری را از لحاظ اقتصادی متوجه کشاورزان می‌نماید.

شاخص برداشت

نتیجه تجزیه واریانس داده‌ها در بررسی تاثیر محلول‌پاشی دو عامل بر شاخص برداشت نشان داد که کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی موجب تاثیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر شاخص برداشت گردید، اما اثر ساده تری‌اکسیدگوگرد و اثرات متقابل دو عامل، بر صفت مذکور معنی‌دار نبود (جدول یک). طبق نتایج مقایسه میانگین جدول دو، بالاترین شاخص برداشت به‌میزان ۲۴/۴۶درصد مربوط به تیمار شاهد بدون مصرف عصاره جلبک دریایی و کم‌ترین شاخص برداشت ۲۲ درصد متعلق به تیمار کاربرد سه لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی بود. طی این پژوهش کاربرد عصاره جلبک دریایی، موجب کاهش شاخص برداشت محصول نسبت به شاهد تا ۱۰ درصد شد.

شاخص برداشت محصول نشان دهنده میزان مواد انتقال یافته و ذخیره شده در دانه نسبت به کل مواد تولید شده در دوران رشد رویشی و زایشی گیاه بود. در تحقیق حق پرست و همکاران (۱۳۹۱) به منظور بررسی تاثیر اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی بر کاهش آثار منفی تنش خشکی گیاه نخود، نتایج نشان داد کاربرد عصاره جلبک دریایی موجب کاهش شاخص برداشت نخود نسبت به تیمارهای حاوی اسید هیومیک و نیز شاهد گردید. حضور مولکول‌های آلی نظیر اسیدهای آلی، متیونین و حتی پلی‌آمین‌ها در عصاره جلبک دریایی موجب افزایش جذب موادمعدنی به‌وسیله اتصال به این مولکول‌ها شد و تولید بیش‌تر کربوهیدرات‌ها را در پی دارد (Jannin *et al*., 2012). طبق بسیاری از تحقیقات

افزایش میزان پروتئین و رشد گیاه ممکن است به علت حضور فنیل استیک اسید و یا ترکیبات مشابه آن و همچنین به‌دلیل وجود برخی محرک‌های رشد در عصاره جلبک دریایی باشد (Jothinayagi and Anbazhagan, 2009). طی تحقیق فروغی و عبادی (۱۳۹۰) به‌منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف کود گوگرد و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم سرین گلرنگ بهاره، کاربرد سطوح مختلف گوگرد در شاخص برداشت تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد.

نتیجه‌گیری کلی

محلول‌پاشی سه لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی (با نام تجاری Basfoliar Kelp sl) و نیز ۲/۵ لیتر در هکتار تری‌اکسیدگوگرد (با نام تجاری K-leaf)، حداکثر رشد را برای صفات مهمی همچون عملکرد دانه، عملکرد زیستی و تعداد شاخه فرعی نسبت به تیمار شاهد داشت؛ کاربرد توام دو عامل با غلظت‌های مذکور نیز با ایجاد اثر متقابل حداکثر صفات درصد روغن و تعداد خورجین شاخه فرعی را موجب گردید. البته با عنایت به عدم اختلاف معنی‌دار سطوح مختلف کاربرد غلظت‌های هر دو عامل برای صفت مهم عملکرد دانه، در توصیه‌های ترویجی برای کشاورزان به‌منظور کاهش هزینه تولید، محلول‌پاشی غلظت‌های پائین‌تر عصاره جلبک دریایی (یک لیتر در هکتار) و تری‌اکسیدگوگرد (۱/۵ لیتر در هکتار) پیشنهاد می‌گردد.

منابع References

بشارتی کلایه، ح.، خاوازی، ک. و پورفریدون، ن. ۱۳۸۵. بررسی کارآیی گوگرد و مایه تلقیح باکتری‌های جنس تیوباسیلوس بر جذب عناصرغذایی و عملکرد ذرت در یک خاک آهکی. نشریه علوم آب و خاک، دوره ۲۰، شماره۲، ص. ۲۶۲-۲۴۹.

بناری، ع.، موسوی نیک، م.، بهدانی، م.ع. و بشارتی، ح. ۱۳۹۲. تاثیر مقادیر کود آلی گوگرد و تقسیط نیتروژن بر عملکرد و اجزای آن در آفتابگردان. نشریه تولیدات گیاهان زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، جلد ششم، شماره سوم، ص ۱۵-۱.

پروانه، و. ۱۳۷۱. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، ایران .

حق‌پرست، م.، ملکی فراهانی، س.، سینکی، ج. و زراعی، ق. ۱۳۹۱. کاهش اثرات منفی تنش خشکی در نخود با کاربرد اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی. دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات، تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی، سال چهارم، شماره اول، بهار ۱۳۹۱

دانایی، ا.خ. و دهقان، ا. ۱۳۹۱. راهنمای کاشت، داشت و برداشت کلزا در خوزستان. نشریه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان. پائیز ۱۳۹۱.

طهرانی، م.م.، بلالی، م.، مشیری، ف. و دریاشناس، ع. ۱۳۹۱. توصیه و برآورد کود در ایران: چالش‌ها و راهکارها. مجله پژوهش‌های خاک – علوم آب و خاک/الف/جلد ۲۶/شماره ۲.

عبداللهی ک.، اسماعیل‌پور، ب.، راستگو، س. و فتح العلومی، س. ۱۳۹۳. اثر محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی بر برخی صفات رویشی خیار گلخانه‌ای. سومین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم، دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۰/۰۸/۲۰۱۴

فروغی، ل. و عبادی، ع. ۱۳۹۰. تاثیر نیتروژن و گوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گلرنگ بهاره. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد پنجم، شماره دوم، تابستان ۹۱. ص ۵۶-۳۷.

قاسمی، س. و موسوی‌نیک، س.م. ۱۳۹۲. اثر باکتری‌های محرک رشد، کود نیتروژن و گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه کرچک *Ricinus communis L.* در منطقه سیستان. نشریه بوم شناسی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۶، شماره ۲، ص.۲۸۹-۲۷۵.

کریمی، ف.، بهمنیار، م.ع. و شهابی، م. ۱۳۹۱. تاثیر کاربرد گوگرد و کود دامی بر میزان روغن، پروتئین و برخی اجزای عملکرد کلزا در دو خاک آهکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۲، شماره ۳.

Broadley, M., Brown, P., Cakmak, I., Ma, J.F., Rengel, Z., and Zhao, F. 2012. Beneficial elements. In: P. Marschner (Ed.) Marschner's mineral nutrition of higher plants, 3nd Edition. Academic Press Inc. pp. 249–269.

Chouliaras, V., Tasioula, M., Chatzissavvidis, C., Therios, I., and Tsabolatidou, E. 2009. The effect of seaweed extraction in addition to nitrogen and boron fertilization on productivity, fruit maturation, leaf nutritional status and oil quality of the olive cultivar Koroneiki. SCI, DOI 10.1002/jsfa.3543.

Craigie, J.S. 2011. Seaweed extracts stimuli in plant science and agriculture. J Appl Phycol 23:371–393.

Dhargalkar, V.K., and Pereira, N. 2005. Seaweed: promising plant of the millennium. Sci. Cul. 71:60-66.

Govahi, M., and Saffari, M. 2006. Effect of potassium and sulfur fertilizers on yield, yield components and seed quality of spring canola seed. Journal of agronomy 5 (4): 577-582.

Jalili, F., Malakouti, M.J., and Kasrai, R. 2000. The role of balanced fetilizationr on yield and yield component of winter rapeseed in Khoy region, Journal of Soil and Water, 12(12): 35-42. (in Persian with English abstract)

Jannin, L., Arkoun, M., Etienne, P., Laine, P., Goux, D., Garnica, M., Fuentes, M., Sanfrancisco, S., Baigorri, R., Cruz, F., Houdusse, F., Garciamina, J., Yvin, J., and Ourry, A. 2012. Brassica Napus growth is promoted by Ascophyllum nodosum seaweed extract: microarray analysis and physiological characterization of N, C, and S metabolism Plant Growth Regul, Volume 32:31-52.

Jothinayagi, N., and Anbazhagan, C. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer of Sargassum wightiion the growth and biochemical characteristics of Abelmoschus esculentus (L.) Medikus. Recent Research in Science and Technology. 1(4): 155-158.

Kumar, G., and Sahoo, D. 2011. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of Triticum aestivum var. Pusa Gold. J Appl Phycol 23:251-255

Leveau, J.H.J., Lindow, S.E. 2005. Utilization of the plant hormone indole-3-acetic acid for growth by *Pseudomonas putida* strain 1290. Appl Environ Microbiol 71:2365–2371.

Rathore, S.S., Chaudhary, D.R., Boricha, G.N., Ghosh, A., Bhatt, B.P., Zodape, S.T., and Patolia, J.S.2008. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrition uptake of soybean (*Glycine max*) under rain fed conditions. South African journal of botany 75 (2009) 351-355.

Rayorath, P., Jithesh, M.N., Farid, A., Khan, W., Palanisamy, R., Hankins, S.D., Critchley, A.T., and Prithiviraj, B. 2008. Rapid bioassay to evaluate the plant growth promoting activity of Ascophyllum nodosum (L.) Le Jol. using a model plant, Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. J Appl Phycol 20:423–429.

Roussos, P.A., Denaka, N.K., and Damvakaris, T. 2009. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. Sci Hortic (Amsterdam) 119:138–146

Sivasankari, S., Venkatesalu, V., Anantharaj, M., and Chandrasekaran, M. 2006. Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of Vigna sinensis. Bioresour Technol 97:1745–1751.

Turan, K., and Kose, M. 2004. Seaweed extract improve copper uptake of Grapevine (*Vitis vinifera*), Acta Agric Scand, B, Soil PlantSci, 54(2004) 213-220.

Zhang, X., Ervin, E.H., and Schmidt, E.R. 2003. Plant growth regulators can enhance the recovery of Kentucky bluegrass sod from heat injury. Crop Sci. 43:952-956.

Zodape, S.T. 2001. Seaweeds as a biofertilizer. Journal of Scientific and Industrial Research. 60(5): 378-382.