دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و یکم، ۱۳۹۹

بررسی واکنش ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) تحت تاثیر کاربرد کودهای مختلف شیمیایی، نانو، نانوبیولوژیک و عصاره ارگانیک جلبک دریایی

فرید احمدی[۱]، بابک پاساری[۲]، محسن جواهری[۳]

دریافت: ۹۷/۷/۹ پذیرش: ۹۸/۲/۱۳

چکیده

به منظور بررسی واکنش ذرت دانه‌ای به کاربرد کودهای مختلف شیمیایی، نانو، نانوبیولوژیک و عصاره ارگانیک جلبک دریایی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام گرفت. آزمایش به صورت کرت-های یک بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل کاربرد کودهای مختلف در شش سطح (شاهد، کود شیمیایی توصیه شده، کود نانو، کود نانوبیولوژیک، تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود نانو، تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود نانوبیولوژیک) و فاکتور فرعی شامل کاربرد عصاره جلبک دریایی در دو سطح (شاهد: آب مقطر و کاربرد عصاره جلبک دریایی) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اثر کود بر صفات طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد پروتیین و روغن دانه معنی‌دار گردید. بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک از تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو بدست آمد که نسبت به کود شیمیایی به ترتیب ۱۰/۵۲ و ۱٤/۸۵ درصد افزایش نشان دادند. اثر عصاره جلبک دریایی نیز بر کلیه صفات مورد بررسی به جز تعداد بلال در بوته معنی‌دار بود. کاربرد عصاره جلبک دریایی عملکرد دانه و بیولوژیک را نسبت به شاهد به ترتیب ۱۲/٤۸ و ۱۱/٦٤ درصد افزایش داد. نتایج اثرات متقابل هم در خصوص کلیه ویژگی‌های مورد بررسی به جز تعداد بلال و درصد پروتیین معنی‌دار بودند. در نهایت، بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک از تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: جلبک دریایی، ذرت، کود شیمیایی، کود زیستی، نانوتکنولوژی

احمدی، ف.، ب. پاساری و م. جواهری. ۱۳۹۹. بررسی واکنش ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) تحت تاثیر کاربرد کودهای مختلف شیمیایی، نانو، نانوبیولوژیک و عصاره ارگانیک جلبک دریایی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۱: ۲۰۳-۱۸۸.

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران - مسئول مکاتبات. bpasary@yahoo.com

۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران

مقدمه

ذرت بالاترین عملکرد را بین غلات در جهان داشته و از نظر مقدار تولید، در رتبه اول و از نظر سطح زیر کشت، پس از گندم در رتبه دوم قرار گرفته است (غیبی و همکاران، ۱۳۹۳). در ایران، ذرت به عنوان یک گیاه دو منظوره، ۵/۲۲ درصد از مجموع تولید غلات و ٥٤/٧ درصد از کل تولید گیاهان علوفه‌ای را به خود اختصاص داده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹٦). سرعت رشد نسبتا بالای این گیاه، سبب جذب زیاد عناصرغذایی و واکنش سریع آن نسبت به کوددهی می‌گردد (دهقانپور، ۱۳۹۳). طی چند دهه اخیر کاربرد کودهای شیمیایی عامل افزایش ۵۰ درصدی در تولید محصولات گیاهی در جهت تامین نیاز روزافزون جمعیت جهان معرفی گردیده‌اند (سوبرامانیان و همکاران، ۲۰۱۵). از طرف دیگر نیاز بالای ذرت به عناصر غذایی به‌عنوان یک گیاه پرتوقع موجب شده است که علاوه بر مصرف زیاد نهاده‌های شیمیایی، هزینه‌های تولید آن نیز افزایش یابد (بیاری و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین، این موضوع سبب بروز مشکلاتی از قبیل آلودگی محیط زیست، کارایی پایین مصرف کود، کاهش کیفیت محصولات زراعی، تخریب خاک، کمبود عناصر ریز مغذی در خاک، ایجاد سمیت برای میکروارگانیسم‌های خاک و کاهش درآمد زارعین گردد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۷).

از آنجا که بیشتر کودهای نیتروژنه از جمله اوره و نیترات آمونیوم کاملا در آب محلول هستند و به همین دلیل می‌توانند به آب‌های زیرزمینی یا سطحی وارد شده و خطرات زیست محیطی ایجاد کنند و این امر سبب اتلاف شدید منابع، سرمایه و مخاطرات زیست محیطی می‌گردد، کاربرد کودهای نانو که به دلیل اندازه ذرات کوچک (10^{-9} متر) به راحتی توسط گیاهان قابل جذب هستند به عنوان یک راهکار جدید مورد توجه قرار گرفته است. کاربرد این کودها سبب بهبود رشد، افزایش عملکرد و کیفیت محصول، افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی (آزادسازی عناصر غذایی به صورت آهسته و منطبق با نیاز گیاه در طی چرخه رشد)، کاهش اتلاف مصرف کود، افزایش مقاومت گیاه در برابر انواع تنش‌های زنده و غیر زنده و کاهش هزینه‌های تولید محصولات زراعی می‌گردد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۷). از طرف دیگر در سال‌های اخیر به منظور افزایش تولیدات زراعی سالم و کاهش مخاطرات زیست محیطی، کاهش مصرف کودهای شیمیایی از طریق کاربرد کودهای زیستی یا بیولوژیک حاوی میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی به تنهایی یا در ترکیب با کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گرفته است (میرزایی و همکاران، ۲۰۱۰؛ اجاقلو و همکاران، ۲۰۰۷).

کودهای زیستی علاوه بر افزایش فراهمی زیستی نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم و مهار عوامل بیماریزا، سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی از طریق تولید هورمون‌های تنظیم کننده رشد می‌گردند (شارما، ۲۰۰۳). افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت تحت تاثیر کاربرد این کودها از طریق افزایش جذب و دسترسی به عناصر غذایی خاک، افزایش آماس و تقسیم سلولی، افزایش فتوسنتز (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۳) ترشح مواد تنظیم کننده و تحریک کننده رشد گیاه مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها از طریق همیاری میکروارگانیسم‌ها با ریشه گیاه (مارتینز-تولدو و همکاران، ۱۹۸۸)، افزایش دسترسی به عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و برخی از عناصر کم مصرف از قبیل آهن، روی و منگنز (عیدی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰) ثابت گردیده است. افزایش رشد رویشی و عملکرد ذرت از طریق کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاربرد تلفیقی آنها با کودهای زیستی، طی تحقیقات مختلف گزارش گردیده است (ال اذب و ال دوینی، ۲۰۱۸؛ مقصودی و همکاران، ۱۳۹۳؛ توحیدی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۲؛ زاهدی و همکاران، ۱۳۹٦؛ عیدی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰).

عصاره جلبک دریایی یکی از منابع تجدیدپذیر عمده دریاها در سطح جهان است که حاوی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و برخی عناصر ریزمغذی (آهن، مس، روی، کبالت، مولیبدن، منگنز)، هورمون‌های رشد (اکسین و سیتوکنین)، ویتامین‌ها و اسید آمینه‌ها بوده و سبب تحریک رشد و نمو و افزایش عملکرد گیاهان می‌گردد (الومالی و رنگاسمی، ۲۰۱۲؛ راتور و همکاران، ۲۰۰۹؛ شهبازی و همکاران، ۲۰۱۵). محلول‌پاشی این ترکیب در افزایش عملکرد سویا (راتور و همکاران، ۲۰۰۹)، گندم (شهبازی و همکاران، ۲۰۱۵)، نیشکر (دشموخ و فونده، ۲۰۱۳)، ذرت (عامری و همکاران، ۱۳۹٦)، باقلا (صلاح الدین و همکاران، ۲۰۰۸)، بادام‌زمینی (سریدهار و رنگاسمی، ۲۰۱۰)، ماش (بسیم فر و همکاران، ۱۳۹۵)، لوبیا (حسینی و سپهری، ۱۳۹۵)، کلزا (آذرمهر و همکاران، ۱۳۹٦)، جو (گلستانی‌زاده، و همکاران، ۱۳۹۷) و توتون (مرادی و همکاران، ۱۳۹٦) گزارش گردیده است.

این پژوهش با هدف افزایش عملکرد در گیاه ذرت دانه‌ای از طریق کاهش مصرف کود شیمیایی و جایگزینی آن با کاربرد کودهای نانو، نانوبیولوژیک و عصاره جلبک دریایی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی سنندج صورت گرفت. آزمایش بصورت کرت‌های یک بار خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. در این آزمایش فاکتور اصلی در شش سطح مختلف شامل (شاهد، کود شیمیایی توصیه شده، کود نانو، کود نانوبیولوژیک، تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی+ کود نانو، تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی+ کود نانوبیولوژیک) و فاکتور فرعی نیز در دو سطح شامل (شاهد: آب مقطر و عصاره جلبک دریایی) در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی به طول ٤ متر و فواصل خطوط کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت ۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. عملیات تهیه بستر بذر با انجام شخم عمیق پاییزه آغاز و در اوایل بهار عملیات تکمیلی از قبیل دیسک و تسطیح زمین صورت گرفت. همچنین قبل از تکمیل عملیات تهیه بستر بذر و کرت‌بندی، چندین نمونه خاک از عمق توسعه ریشه ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر انجام گرفت تا ضمن اطلاع از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، میزان توصیه کودی مشخص شود (جدول ۱). بر اساس نتایج آزمون خاک، ۲۲۵ کیلوگرم اوره (قبل از کاشت: ۵۰ کیلوگرم- مرحله ٦ برگی: ۵۰ کیلوگرم- مرحله ۱۰ برگی: ۵۰ کیلوگرم- مرحله گل‌دهی: ۵۰ کیلوگرم- مرحله پر شدن دانه: ۲۵ کیلوگرم)، ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰۸ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل (قبل از کاشت) در تیمار کود شیمیایی به زمین داده شده و توسط شن کش با خاک مخلوط گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

درصد رس	درصد شن	درصد سیلت	بافت خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته	درصد مواد آلی	درصد نیتروژن کل	درصد مواد خنثی شونده	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
۲۱	٥٦	۲۳	لوم رسی شنی	۰/٥۰۱	۷/۹۹	۰/۸۳	۰/۰۸	۱۰	۹/٥	۱۸۰

رقم ذرت مورد استفاده هیبرید سینگل کراس ۷۰۳، از ارقام دو منظوره دانه‌ای - علوفه‌ای، نیمه دیررس، دندان اسبی، نیمه حساس به سیاهک معمولی و نیمه مقاوم به پوسیدگی فوزاریومی بلال در تاریخ ۳۰ اردیبهشت ماه به صورت خطی و با دست کشت گردید. آبیاری به روش قطره‌ای- نوار تیپ و هر چهار روز یک بار از زمان کاشت تا زمان رسیدگی کامل دانه انجام شده و همچنین کود نانو، کود نانوبیولوژیک و عصاره جلبک دریایی براساس توصیه شرکت سازنده به صورت محلول‌پاشی توسط سمپاش و در ساعت‌های خنک روز در چند مرحله صورت گرفت. کود نانو کلات مخصوص ذرت (حاوی عناصر نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، آهن کلاته، روی کلاته، مس کلاته، منگنز کلاته) از شرکت فن آور سپهر پارمیس تهیه و بر اساس دستورالعمل در سه مرحله رشدی گیاه ذرت (۳ تا ٤ برگی، ٦ تا ۸ برگی و مرحله ۱۰ تا ۱۲ برگی) به میزان ۲ لیتر در هکتار محلول‌پاشی گردید. کود نانوبیولوژیک (حاوی عناصر فسفر، پتاسیم، گوگرد، کلسیم، آهن، روی، مولیبدن، مس، منیزیم، منگنز، بور، کبالت، اسید هیومیک، اسید فالویک، اسیدهای آمینه) نیز تولید شرکت سروآرا در مرحله رشدی (۲ تا ۳ برگی و مرحله ۱۰ تا ۱۲ برگی) به میزان ۳ لیتر در هکتار محلول‌پاشی گردید. در تیمارهای تلفیقی نیز مصرف کود شیمیایی به میزان ۵۰ درصد توصیه شده استفاده گردید. همچنین عصاره جلبک دریایی مورد استفاده (*Ascophyllum nodosum*) با نام تجاری Acadion ساخت کشور کانادا از شرکت آرمان سبز آدینه تهیه گردید (حاوی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، اسیدهای آمینه، مانیتول، آلژینیک اسید، مواد آلی و معدنی) و در سه مرحله (٤ تا ۵ برگی، مرحله ۱۰ برگی و مرحله ۱۵ تا ۱۷ برگی) به میزان ۷۰۰ گرم در هکتار محلول‌پاشی گردید.

در طول دوره آزمایش، عملیات معمول زراعی شامل آبیاری، وجین، سله شکنی انجام شد. عملیات برداشت پس از رسیدگی کامل بوته‌ها در تاریخ ۲۸ مهرماه صورت گرفت. در مرحله

رسیدگی از هر کرت فرعی، پس از حذف اثرات حاشیه ۱۰ بوته برداشت و توسط آون در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲٤ ساعت خشک گردید. سپس عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید. همچنین، از ۵ بوته جهت اندازه‌گیری صفات تعداد بلال، طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه استفاده گردید. همچنین تعیین ویژگی‌های کیفی از جمله درصد پروتیین به روش کجلدال (۱۸۸۳) و درصد روغن به روش سوکسله (۱۸۷۹) در آزمایشگاه مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان کردستان صورت گرفت.

اطلاعات و داده‌های ثبت شده حاصل از آزمایش پس از اطمینان از نرمال بودن با استفاده از نرم افزار آماری $SAS_{9.1}$ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات بلال

بر اساس نتایج تجزیه واریانس صفت تعداد بلال تحت تاثیر کود و عصاره جلبک دریایی و همچنین اثر متقابل آن‌ها معنی-داری نگردید (جدول ۲). از آنجایی که تعداد بلال در ارقام اصلاح شده ذرت تقریبا به یک عدد کاهش یافته است بیانگر این مسئله است که کاربرد کودهای مختلف و جلبک دریایی نتوانسته تغییری در تعداد آن ایجاد نموده و این صفت عمدتا تحت تاثیر ژنتیک گیاه است.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر کودهای مختلف و عصاره جلبک دریایی بر خصوصیات بلال و اجزای عملکرد ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد بلال	طول بلال	قطر بلال	تعداد ردیف	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه
بلوک	۲	۰/۰۰٤^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰٤^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۸٤^{ns}	۱/۰٤^{ns}
کود	۵	۰/۰۰۹^{ns}	۲۷/۰۲۹**	۰/۹۱۸۳**	۵/۱٦**	۳۱۱/۸۹**	۹۲٤۹/٦۳**
خطای اصلی	۱۰	۰/۰۰٤	۰/۰۸۹	۰/۰۰۰٤	۰/۰۱	۰/٤۸	۱/٦۵
جلبک دریایی	۱	۰/۰۱۷^{ns}	۵٤/۲٦۷**	۰/۹۱۰۷**	٤/۱۳**	۱۳٦/۱۱**	۱۷٤۰۳/۷٦**
اثر متقابل	۵	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۲۷۷^{ns}	۰/۰۱۵۹**	۰/۱٦*	۱/٤٤*	۵٤۷/۰٦**
خطای فرعی	۱۲	۰/۰۰٤	۰/۱۵۹	۰/۰۰۰۳	۰/۰۳	۰/٤۲	۱/۷۳
ضریب تغییرات	–	٦/۵۲	۱/۹۸	۰/۳۹	۱/۱۷	۱/۷۲	۰/۳٤

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار بودن را در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد نشان می‌دهند.

در این آزمایش طول بلال تحت تاثیر کود و عصاره جلبک دریایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های طول بلال نشان داد که تحت تأثیر تیمارهای تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو بیشترین افزایش طول بلال در مقایسه با شاهد و کود شیمیایی تنها حاصل گردید (جدول۳). افزایش طول بلال در این تیمار در مقایسه با شاهد و کود شیمیایی به ترتیب ۳۳/۹۲ و ٦/۸٤ درصد بود. به نظر می‌رسد آزادسازی تدریجی و پیوسته عناصر غذایی همزمان با نیازهای گیاه در طی فصل رویشی (سینگ و همکاران، ۲۰۱۷) سبب افزایش طول بلال گردیده باشد. در این تحقیق طول بلال تحت تاثیر عصاره جلبک دریایی در مقایسه با شاهد ۱۲/۹۸ درصد برتری نشان داد. نتایج سایر محققان موید این مسئله است. موکش و همکاران (۲۰۱۳) طی تحقیقی تاثیر محلول‌پاشی عصاره جلبک‌های دریایی *Kappaphycus alvarezii* و *Gracilaria edulis* را بر افزایش طول سنبله در گیاه گندم گزارش نمودند. براساس جدول تجزیه واریانس اثر کود و عصاره جلبک دریایی و همچنین اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت قطر بلال داشته است. به طوری که قطر بلال تحت تأثیر تیمارهای تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی در مقایسه با شاهد افزایش یافته است (جدول۳).

با توجه به نمودار ۱ بیشترین قطر بلال در تیمار تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی به مقدار ۵/۲۳ سانتی‌متر حاصل گردیده است. لذا به نظر می‌رسد گیاه ذرت در شرایط کوددهی و محلول‌پاشی جلبک دریایی با تشکیل بلال-هایی با طول و قطر بیشتر نسبت به مواد غذایی مورد نیاز و در

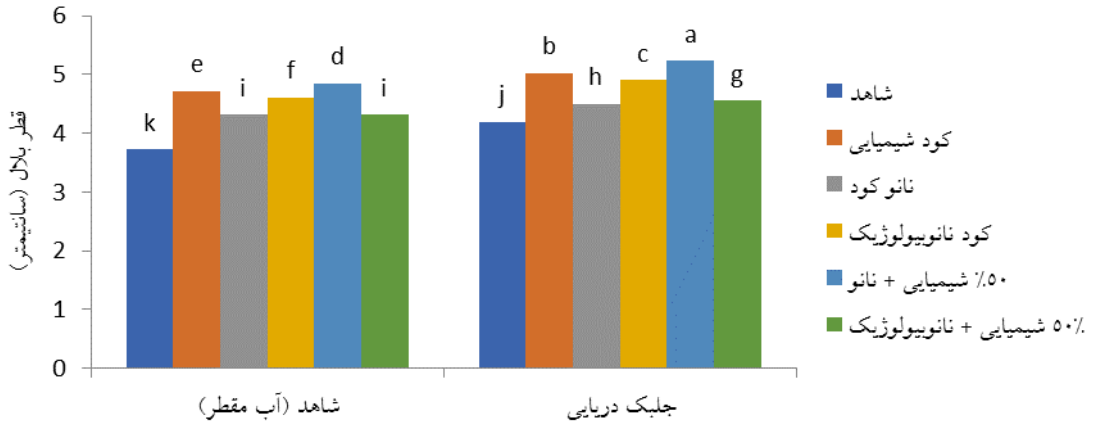
دسترس موجود در کود شیمیایی، کود نانو و عصاره جلبک دریایی مصرف شده واکنش مساعد نشان داده است. طی آزمایشی مشابه کاربرد کود نانو سبب افزایش قطر میوه در گیاه گوجه فرنگی گردیده است (رستمی آجیرلو و همکاران، ۲۰۱۵).

صلاح الدین و همکاران (۲۰۰۸) نیز طی تحقیقی با کاربرد جلبک دریایی بر روی باقلا، افزایش رشد ریشه، ساقه، رنگدانه فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کاروتنوئید)، تعداد پنجه، تعداد غلاف در بوته و نهایتا افزایش عملکرد دانه را گزارش نمودند. عصاره جلبک دریایی با داشتن مواد غذایی مورد نیاز گیاه از قبیل نیتروژن و پتاسیم باعث افزایش رشد رویشی و افزایش سطح برگ گیاه و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ، کلروفیل و فتوسنتز می‌گردد. از طرفی استفاده از عصاره جلبک دریایی علاوه بر داشتن مواد مغذی مورد نیاز گیاه، جذب آنها را برای گیاه آسانتر می‌نماید (بسیم فر و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر کودهای مختلف و عصاره جلبک دریایی بر خصوصیات بلال و اجزای عملکرد ذرت

	تعداد بلال	طول بلال (سانتی‌متر)	قطر بلال (سانتی‌متر)	تعداد ردیف	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)
کود						
شاهد	۱^{a}	۱۷/۳۶^{f}	۳/۹۶^{f}	۱٤/۲٦^{f}	۲۸/۸۳^{f}	۳۳۲/۸۹^{f}
کود شیمیایی	۱^{a}	۲۱/۷٦^{b}	٤/۸۷^{b}	۱٦/۱۳^{b}	۳۹/۰۷^{c}	۳۸۰/۷۷^{d}
نانو کود	۱^{a}	۱۸/٦٦^{e}	٤/٤^{e}	۱۵/۳۳^{d}	۳۵/۳۸^{d}	۳۵۷/۰۸^{e}
کود نانوبیولوژیک	۱^{a}	۱۹/٦^{d}	٤/۷۵^{c}	۱۵/۷۳^{c}	۳۱/۸۳^{e}	٤۱٤/۲۸^{b}
۵۰٪ شیمیایی + نانو	۱/۰۳^{a}	۲۳/۲۵^{a}	۵/۰٤^{a}	۱٦/۷٦^{a}	٤۸/۱۱^{a}	٤٤۲/۵۳^{a}
۵۰٪ شیمیایی + نانوبیولوژیک	۱/۱^{a}	۲۰/۳۸^{c}	٤/٤۳^{d}	۱٤/٦٦^{e}	٤۳/۲۷^{b}	۳۹۱/٤٤^{c}
عصاره جلبک دریایی						
شاهد (آب مقطر)	۱^{a}	۱۸/۹٤^{b}	٤/٤۲^{b}	۱۵/۱٤^{b}	۳۵/۸^{b}	۳٦٤/۵۱^{b}
جلبک دریایی	۱/۰٤^{a}	۲۱/٤^{a}	٤/۷۳^{a}	۱۵/۸۲^{a}	۳۹/٦۹^{a}	٤۰۸/٤۸^{a}

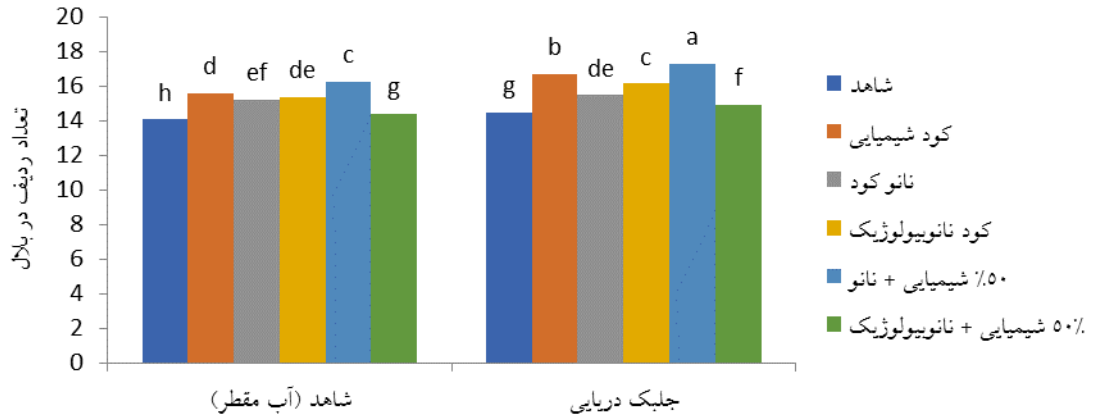
*اعداد هر گروه در هر ستون که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.



نمودار ۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود و عصاره جلبک دریایی بر قطر بلال (آزمون دانکن در سطح ۵٪).

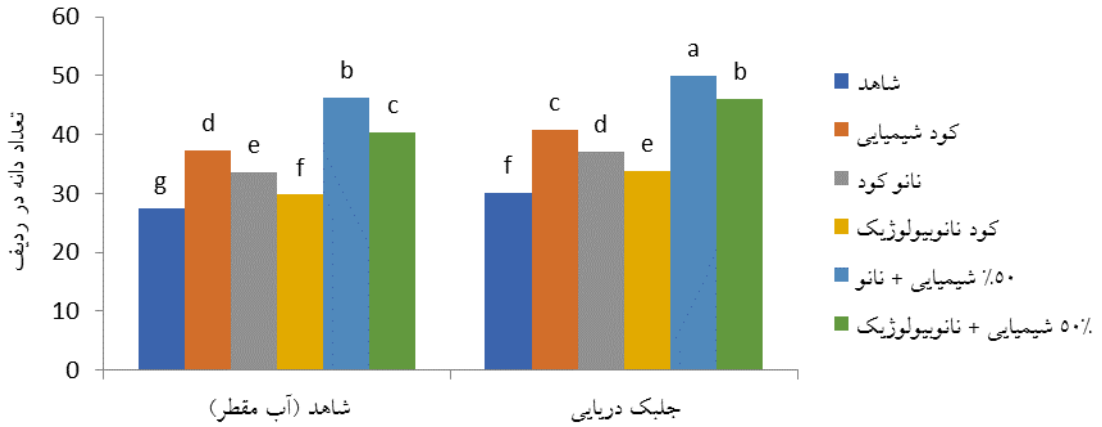
اجزای عملکرد

تعداد ردیف در بلال تحت تأثیر کود و عصاره جلبک دریایی در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده بیش‌ترین تعداد ردیف در بلال در تیمارهای تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی است (جدول ۳). با توجه به نمودار ۲ بیشترین تعداد ردیف در بلال در تیمار تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی به مقدار ۱۷/۲۶ حاصل گردید که در مقایسه با تیمار شاهد و عدم کاربرد جلبک دریایی ۲۲/۷۵ درصد افزایش نشان داد. با توجه به نتایج قطر بلال که تحت تاثیر همین تیمار معنی‌دار گردیده بود و نظر به تاثیر مثبت قطر بلال در تعداد ردیف، وقوع چنین نتیجه‌ای منطقی به نظر می‌رسد. صلاح الدین و همکاران (۲۰۰۸) طی آزمایشی پی بردند که با کاربرد جلبک دریایی بر روی باقلا، تعداد غلاف در بوته افزایش یافت. همچنین محلول‌پاشی جلبک دریایی سبب افزایش ۱۳ درصدی تعداد غلاف در بوته لوبیا گردیده است (حسینی و سپهری، ۱۳۹۵).



نمودار ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل کود و جلبک دریایی بر تعداد ردیف در بلال (آزمون دانکن در سطح ۵٪).

بر اساس نتایج حاصله در جدول۲ تعداد دانه در ردیف بلال نیز تحت تاثیر کود و عصاره جلبک دریایی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف در تیمارهای تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی است (جدول ۳). با توجه به نمودار ۳ بیشترین تعداد دانه در ردیف مربوط به تیمار تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی به مقدار ۵۰/۰۱ بوده است که در مقایسه با سایر تیمارهای کودی و عدم کاربرد جلبک دریایی افزایش معنی‌داری نشان داد. طی تحقیقی مشابه بقری و همکاران (۱۳۹۳) افزایش تعداد دانه در کپسول گیاه کنجد را در اثر استفاده از کود نانو در مرحله گلدهی گزارش نمودند. همچنین در آزمایشی دیگر بیشترین تعداد غده در بوته در تیمار ترکیبی کود نانو و کود شیمیایی حاصل گردید (جمال‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). علاوه بر این کاربرد کود نانو پتاسه سبب تولید حداکثر تعداد و وزن میوه در گیاه گوجه فرنگی گردیده و کاربرد توام کود نانو پتاسه به همراه کود نیتروژنه سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه گردید (رستمی آجیرلو و همکاران، ۲۰۱۵). بخرد و همکاران (۱۳۹۶) نیز حداکثر تعداد دانه در کپسول گیاه کنجد را تحت تاثیر کاربرد همزمان کود نیتروژن و نانو اعلام نمودند.



نمودار ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کود و جلبک دریایی بر تعداد دانه در ردیف (آزمون دانکن در سطح ۵٪).

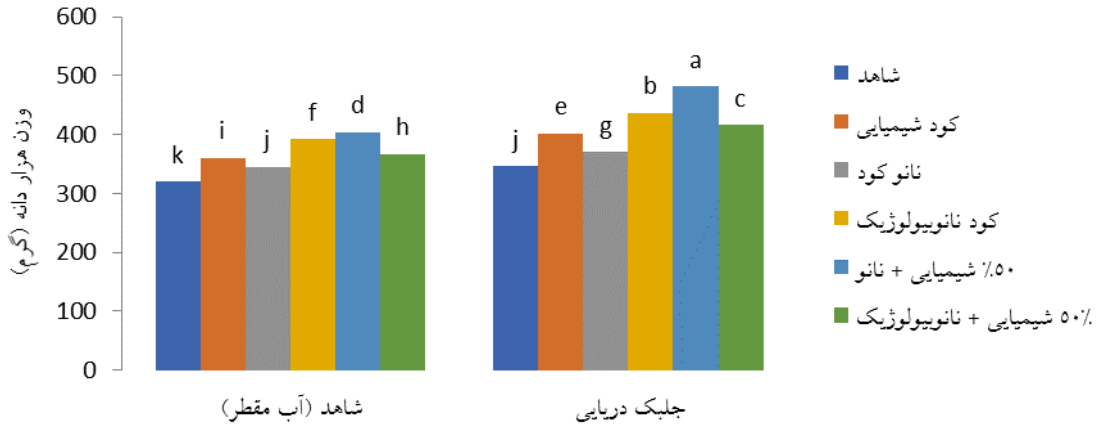
در این آزمایش اثر کود و عصاره جلبک دریایی و اثر متقابل آن‌ها بر وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده بیش‌ترین وزن هزار دانه در تیمارهای تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی است (جدول ۳). با توجه به نمودار ٤ بیشترین مقدار وزن هزار دانه در تیمار تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی به مقدار ٤۸۱/۳۷ گرم حاصل گردید که در مقایسه با شاهد و عدم کاربرد جلبک دریایی ۵۰/٤۸ درصد افزایش نشان داد.

طی آزمایشی پراساد و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده نمودند که محلول‌پاشی نانو کود در مرحله رشد رویشی (۳۵ و ۷۰ روز پس از کاشت) موجب افزایش وزن هزار دانه بادام‌زمینی گردید. همچنین کاربرد نانو کود باعث افزایش وزن هزار دانه در گیاه آفتابگردان شده است (مرادی‌زاده و همکاران،۱۳۹۱).

کاربرد کودهای نانو از طریق رهاسازی آهسته و مداوم عناصر غذایی سبب افزایش سطح برگ و فتوسنتز گیاه و در نتیجه افزایش دوام تخصیص مواد پرورده به سمت بلال در حال رشد و در نهایت منجر به افزایش وزن هزار دانه ذرت می‌گردند (اکبری و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین در تحقیقی مشابه بیشترین وزن متوسط غده سیب‌زمینی در تیمار ترکیبی نانو کود و کود شیمیایی حاصل گردید (جمال‌پور و همکاران، ۱۳۹۳).

بر اساس یافته‌های طوسی و همکاران (۲۰۱٤) کودهای نانو به علت سطح ویژه بالا و حلالیت زیاد، قابلیت زیادی جهت جذب توسط گیاه دارند و با افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و با تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی از جمله وزن دانه تأثیرگذار هستند. اثرات مطلوب محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر واکنش گیاهان طی تحقیقات مختلف به اثبات رسیده است. به عنوان مثال محلول‌پاشی جلبک دریایی سبب افزایش اجزای عملکرد (تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه) در گیاه سویا گردیده است (راتور و همکاران، ۲۰۰۹). طی تحقیقی دیگر افزایش رشد و اجزای عملکرد ذرت شامل دانه در ردیف و وزن هزار دانه تحت تاثیر کاربرد جلبک دریایی به میزان ۲ لیتر در هکتار گزارش گردیده است (عامری و همکاران، ۱۳۹٦).

گلستانی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) طی آزمایشی دیگر با محلول‌پاشی جلبک دریایی روی گیاه جو افزایش تعداد پنجه در بوته، تعداد پنجه بارور در بوته، طول خوشه و وزن هزار دانه را گزارش نمودند. این محققین جهت تولید حداکثر عملکرد و اجزای عملکرد جو در شرایط تنش شوری شدید، تیمار محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی به مقدار ٤ لیتر در هکتار را در مراحل پنجه‌زنی و ساقه رفتن توصیه نمودند. آذرمهر و همکاران (۱۳۹٦) نیز افزایش ۱۱ درصدی وزن هزار دانه گیاه کلزا را تحت تاثیر کاربرد عصاره جلبک دریایی اعلام نمودند.



نمودار ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل کود و عصاره جلبک دریایی بر وزن هزار دانه (آزمون دانکن در سطح ۵٪).

عملکرد دانه

اثر کود و عصاره جلبک دریایی و همچنین اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد بر این صفت معنی‌دار گردید (جدول ٤). تیمارهای تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی بالاترین عملکرد دانه را حاصل نمود (جدول ۵). با توجه به نمودار ۵ بیشترین عملکرد دانه در تیمار تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی به مقدار ٤۳۰٤/۸۹ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید که در مقایسه با تیمار شاهد و عدم کاربرد جلبک دریایی٤۹/۸۲ درصد افزایش نشان داد. با توجه به افزایش اجزای عملکرد ذرت شامل تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه تحت تاثیر همین تیمار در قسمت‌های قبل این آزمایش، افزایش عملکرد دانه منطقی به نظر می‌رسد. طی تحقیقی مشابه بیشترین عملکرد دانه ذرت طی محلول‌پاشی با کود نانو در مقایسه با کودهای معمول بدست آمد. این محققین افزایش معنی‌دار تعداد دانه در ردیف بلال و وزن هزار دانه را عامل افزایش عملکرد دانه ذرت معرفی کردند (اکبری و همکاران، ۱۳۹۷).

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس اثر کودهای مختلف و عصاره جلبک دریایی بر عملکرد ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	درصد پروتیین	درصد روغن
بلوک	۲	٤۵۷/۸۹^{ns}	۱۲۷۳/۵^{ns}	۰/۱۱۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
کود	۵	٦۷۵٦۹۹/۳**	۷۸۳۹۸۷۳/٤۳**	۰/۸۵۹**	۰/۷۱۵**
خطای اصلی	۱۰	۵۳۷/٦۳	۱٦٤۷/۱۲	۰/۰۷۹	۰/۰۰۲
جلبک دریایی	۱	۱٤۷۲۸۷۳/۵**	۱۰۱۹۹۸۳۳/۲٤**	۲/٦۱۹**	۳/۳۳٦**
اثر متقابل	۵	٤٤۲۵۷/۳۳**	۳٤۵۲۱٤/۸۲**	۰/۰۰٤^{ns}	۰/۱۳۷**
خطای فرعی	۱۲	٤٦۹/٦۵	۱٦۷۷/۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات	–	۰/٦۲	۰/٤۲	۰/۵٤	۱/۵۹

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار بودن را در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد نشان می‌دهند.

نانو کودها به دلیل افزایش سطح تماس، امکان انجام واکنش‌های متابولیکی در گیاه را که سبب افزایش فتوسنتز، تولید ماده خشک و عملکرد می‌گردد را فراهم می‌نماید (سینگ و همکاران، ۲۰۱۷). جمال‌پور و همکاران (۱۳۹۳) طی تحقیقی مشابه بیشترین تعداد غده در بوته، وزن غده و عملکرد سیب‌زمینی را در تیمار ترکیبی کود نانو و کود شیمیایی گزارش نمودند. این محققین اعلام کردند که مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی به همراه کود نانو می‌تواند جایگزین ۵۰ درصد مصرف کود شیمیایی شده و نتایج بهتری را نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی ایجاد نماید. طی آزمایشی دیگر اثر کود نانو کلات آهن و پتاسیم بر عملکرد دانه و وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار گزارش گردید. این محققین اعلام نمودند که کودهای

نانو از طریق عرضه پایدار عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف می‌توانند موجب افزایش رشد و نمو و عملکرد محصول گردند (آقازاده خلخالی و همکاران، ۱۳۹٤). همچنین در مطالعه‌ای دیگر کاربرد توام کود نیتروژن و نانو بر افزایش تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه و عملکرد روغن کنجد ثابت گردیده است. این محققین اعلام نمودند که در اثر مصرف کود نیتروژن و کود نانو به دلیل فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بهترین شرایط برای رشد گیاه فراهم می‌گردد (بخرد و همکاران، ۱۳۹٦).

با توجه به نمودار ۵ اثر مثبت عصاره جلبک دریایی در تلفیق با کلیه کودهای مصرفی علی‌الخصوص تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی و کود نانو مشهود است. طی تحقیقی مشابه کاربرد همزمان جلبک دریایی به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده، عملکرد بادام‌زمینی را در مقایسه با تیمار کود شیمیایی بیش از ۱۱ درصد افزایش داد (سریدهار و رنگاسمی، ۲۰۱۰). عصاره جلبک دریایی حاوی مقادیر قابل توجهی از عناصر پتاسیم، فسفر، آهن، منیزیم، مس، نیترات و هورمون‌های گیاهی است که سبب افزایش رشد و جوانه‌زنی، افزایش وزن خشک گیاهچه، افزایش کلروفیل a، b و کاروتنوئید در گندم شده است (شهبازی و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین محلول‌پاشی جلبک دریایی سبب افزایش ۵۷ درصدی عملکرد دانه سویا به سبب افزایش اجزای عملکرد از طریق افزایش جذب عناصر غذایی شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد گردیده است (راتور و همکاران، ۲۰۰۹).

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر کودهای مختلف و عصاره جلبک دریایی بر صفات عملکرد ذرت

عامل آزمایش	میانگین ویژگی‌های مورد بررسی			
	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	درصد پروتیین	درصد روغن
کود				
شاهد	۲۹۸۰/٦۵^{f}	۸۱۸۹/۹٤^{f}	٦/٤٤^{f}	۲/۳۸^{f}
کود شیمیایی	۳۵۸۵/۲۱^{b}	۹۷٦٦/۸۸^{c}	۷/۰٦^{b}	۳/۱٦^{b}
نانو کود	۳۲۲۷/۹۷^{e}	۸۷۷۰/۷۲^{e}	٦/۷^{e}	۲/٦۷^{c}
کود نانوبیولوژیک	۳۳۷۰/۵۵^{d}	۹۳۹۸/۵۹^{d}	٦/۹٤^{c}	۲/٦۱^{d}
۵۰٪ شیمیایی + نانو	۳۹٦۲/٤۲^{a}	۱۱۲۱۸/۱٦^{a}	۷/۵۵^{a}	۲/۵٤^{e}
۵۰٪ شیمیایی + نانوبیولوژیک	۳۵۳۱/۳۹^{c}	۱۰٦۹٦/۷۲^{b}	٦/۷۸^{d}	۳/۲۳^{a}
عصاره جلبک دریایی				
شاهد (آب مقطر)	۳۲٤۰/۷٦^{b}	۹۱٤۱/۲۲^{b}	٦/٦٤^{b}	۲/٤٦^{b}
جلبک دریایی	۳٦٤۵/۳^{a}	۱۰۲۰۵/۷۹^{a}	۷/۱۸^{a}	۳/۰۷^{a}

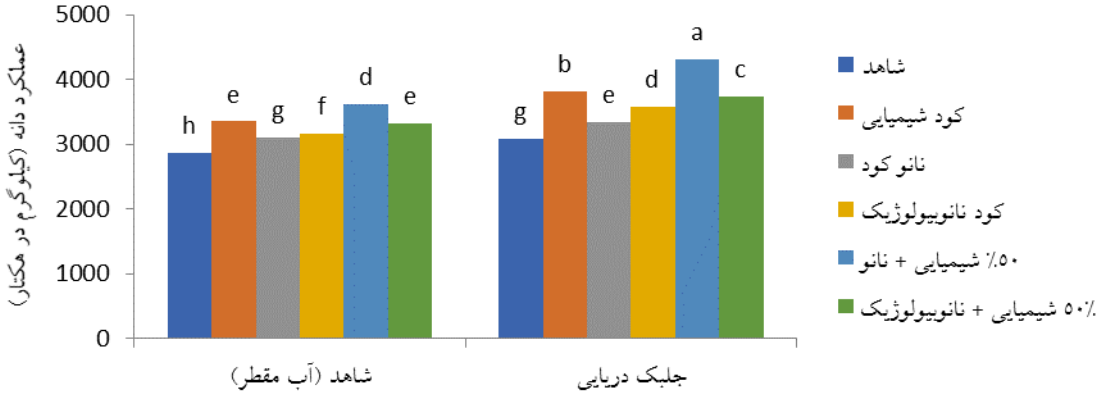
*اعداد هر گروه در هر ستون که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

همچنین وجود عناصری از قبیل نیتروژن و پتاسیم در عصاره جلبک دریایی سبب افزایش سطح برگ فتوسنتزکننده گیاهان و همچنین تسهیل جذب این عناصر جهت گیاه شده و این امر سبب افزایش ۱۵/۱ درصدی عملکرد دانه در قیاس با شاهد گردیده است (بسیم فر و همکاران، ۱۳۹۵).

طی آزمایشی دیگر محلول‌پاشی جلبک دریایی عملکرد قلمه نیشکر را ۱٤/۱ درصد افزایش داد. این محققین دلیل این افزایش را به تاثیر جلبک دریایی در تحریک پنجه‌زنی، رشد و بهبود تغذیه گیاه نسبت دادند (دشموخ و فونده، ۲۰۱۳). طی تحقیقات مختلف افزایش ۱۳/۳۲ درصدی عملکرد دانه ذرت (عامری و همکاران، ۱۳۹٦)، افزایش ۱۸ درصدی عملکرد دانه لوبیا (حسینی و سپهری، ۱۳۹۵) و افزایش ۱٦ درصدی عملکرد دانه کلزا (آذرمهر و همکاران، ۱۳۹٦) تحت تاثیر کاربرد جلبک دریایی گزارش گردیده است.

طی مطالعه‌ای محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی *Ulva reticulate* روی گیاه *Vigna mango* موجب افزایش بهبود عملکرد گیاه در غلظت‌های پایین عصاره جلبک دریایی نسبت به شاهد گردید (سلوم و سیواکومار، ۲۰۱۳). شیلا و همکاران

(۲۰۱۳) نیز در آزمایشی دیگر کاربرد عصاره جلبک سبز *Ulva fasciata* را بر افزایش عملکرد گیاه *Phaseolus mungo* مشاهده نمودند. همچنین طی تحقیقی دیگر عصاره جلبک دریایی *Kappaphycus alvarezii* و *Gracilaria edulis* موجب افزایش عملکرد و کیفیت گیاه گندم شده است (موکش و همکاران، ۲۰۱۳). کاربرد عصاره جلبک سبز *Ulva lactuca* به همراه ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود شیمیایی اوره موجب افزایش عملکرد در *Tagetus erecta* گردیده است (سرایدر و رنگاسمی، ۲۰۱۰).



نمودار ۵- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود و جلبک دریایی بر عملکرد دانه (آزمون دانکن در سطح ۵٪).

عملکرد بیولوژیک

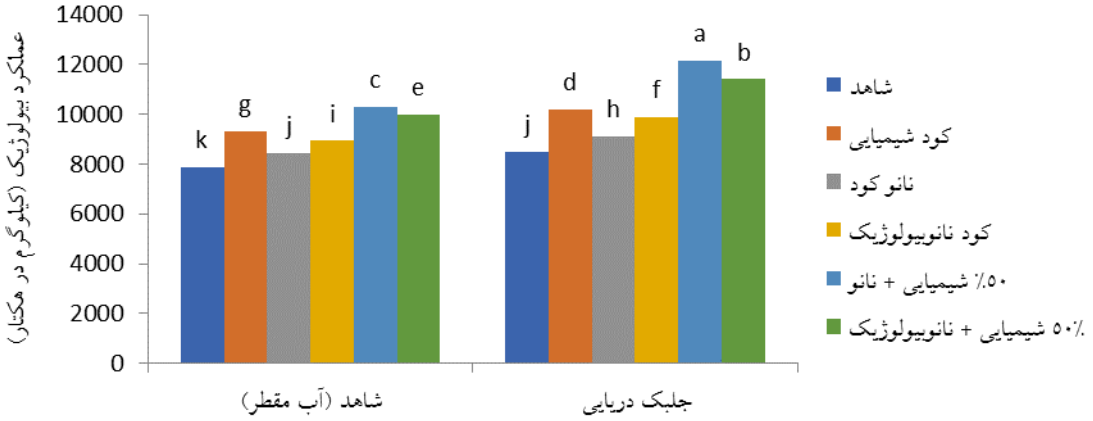
عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر کود و عصاره جلبک دریایی و همچنین اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ٤). بررسی مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر کود و عصاره ارگانیک جلبک دریایی نشان داد که تیمارهای تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی بالاترین عملکرد بیولوژیک را تولید نمود (جدول ۵). با توجه به نمودار ٦ بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی به مقدار ۱۲۱٤۵/۰۱ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید که در قیاس با شاهد و عدم کاربرد جلبک دریایی ۵٤/۱۷ درصد افزایش نشان داد.

طی تحقیقی مشابه با کاربرد ٤ کیلوگرم نانو کلات آهن، عملکرد بیولوژیک به میزان ۷٦ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (مقدم و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی در گیاه گندم شده است (جعفرزاده و همکاران، ۲۰۱۳). از طرف دیگر افزایش رشد در گیاه گندم تحت تاثیر کاربرد جلبک دریایی به دلیل وجود حجم قابل توجهی از عناصر مورد نیاز و همچنین وجود هورمون‌های گیاهی موثر در رشد گیاه اعلام گردیده است (شهبازی و همکاران، ۲۰۱۵). طی تحقیقی دیگر با کاربرد جلبک دریایی در گیاه باقلا، افزایش رشد رویشی، افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی و عملکرد بیولوژیک مشاهده گردید (صلاح الدین و همکاران، ۲۰۰۸).

سریدهار و رنگاسمی (۲۰۱۰) طی تحقیقی پی بردند که عصاره جلبک دریایی وزن تر و خشک، تعداد شاخه، سطح برگ و میزان کلروفیل a و b را در گیاه بادام‌زمینی افزایش داد. کاربرد عصاره تجاری جلبک دریایی با نام Alga 600 که مخلوطی از سه گونه جلبک دریایی *Ascophyllum* ،*Sargassum* و *Laminaria*می‌باشد، موجب بهبود کیفیت و عملکرد گیاه *Apium graveolens* گردیده است (شهاتا و همکاران، ۲۰۱۱).

کاربرد عصاره جلبک قهوه‌ای *Sargassum wightii* نیز به صورت محلول‌پاشی موجب افزایش عملکرد گیاه *Cluster bean* گردید (ویجی آنند و همکاران، ۲۰۱٤). محلول‌پاشی جلبک دریایی عملکرد بیولوژیک در گیاه سویا را افزایش داده است (راتور و همکاران، ۲۰۰۹). طی مطالعات جداگانه افزایش عملکرد بیولوژیک ماش به میزان ۱۸/٦۳ درصد (بسیم فر و همکاران، ۱۳۹۵)، افزایش ۱۳/۸ درصدی عملکرد بیولوژیک لوبیا (حسینی و سپهری، ۱۳۹۵) و افزایش ۲۸ درصدی عملکرد

بیولوژیک کلزای پاییزه (آذرمهر و همکاران، ۱۳۹۶) طی محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی گزارش شده است.



نمودار ٦- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود و جلبک دریایی بر عملکرد بیولوژیک (آزمون دانکن در سطح ۵٪).

درصد پروتیین

اثر کود و عصاره جلبک دریایی در سطح احتمال ۱ درصد بر این صفت معنی‌دار ولی اثر متقابل آن‌ها غیر معنی‌دار بود (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین‌های درصد پروتیین نشان داد که تیمارهای تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو بیشترین درصد پروتیین را حاصل نمود هر چند کاربرد سایر کودها نیز در مقایسه با شاهد درصد پروتیین دانه را افزایش داد (جدول ۵). صابر و همکاران (۱۳۹۲) طی تحقیقی ثابت نمودند که کود نانو باعث افزایش جذب عناصر غذایی بخصوص نیتروژن شده و به واسطه تسریع فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز، سبب افزایش پروتیین در گیاه اسفناج گردید. محمدی و عزیزی (۱۳۹۳) نیز طی تحقیقی افزایش درصد اسانس در گل بابونه را تحت تاثیر کود نانو گزارش نمودند. طی تحقیقی مشابه بیشترین درصد پروتیین در تیمار ترکیبی کود نانو و کود شیمیایی مشاهده گردید (جمال‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). بر اساس یافته‌های آقازاده خلخالی و همکاران (۱۳۹٤) اثر نانو کود کلات آهن و پتاسیم بر درصد موسیلاژ در گیاه اسفرزه معنی‌دار گردید. این محققین اعلام نمودند که کودهای نانو از طریق عرضه پایدار عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف می‌توانند موجب بهبود رشد و نمو، عملکرد و درصد موسیلاژ گردند.

در این آزمایش درصد پروتیین دانه تحت تاثیر کاربرد جلبک دریایی افزایش معنی‌داری یافت (جدول ۵). طی مطالعات متعدد تاثیر جلبک دریایی بر افزایش پروتیین در گیاهان مختلف به اثبات رسیده است به عنوان مثال طی تحقیقی توسط سلوم و سیواکومار (۲۰۱٤) درصد پروتیین گیاه بادام‌زمینی تیمار شده با عصاره جلبک قرمز *Hypnea musciformis* نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین بر اساس یافته‌ها کاربرد عصاره جلبک قهوه‌ای *Sargassum wightii* به صورت محلول‌پاشی موجب افزایش پروتیین گیاه Cluster bean گردید (ویجی آنند و همکاران، ۲۰۱٤). پل و یووراج (۲۰۱٤) نیز تاثیر عصاره جلبک قهوه‌ای *Colpomenia sinuosa* را بر افزایش پروتیین گیاه *Vigna radiata* ثابت نمودند.

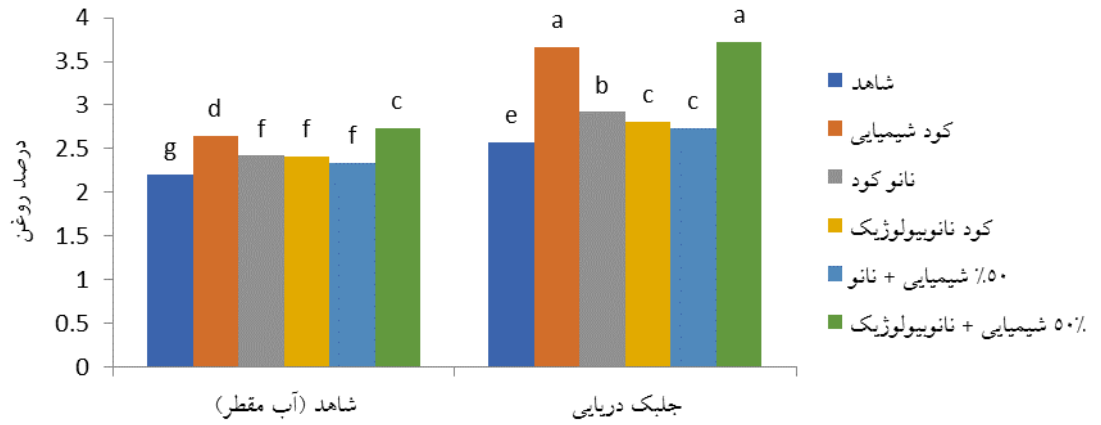
طی مطالعه‌ای دیگر کاربرد عصاره جلبک دریایی *Ulva reticulate* بر روی گیاه *Vigna mango* موجب افزایش پروتیین گیاه در غلظت‌های پایین عصاره جلبک دریایی نسبت به شاهد گردید (سلوم و سیواکومار، ۲۰۱۳). افزایش کربوئیدرات و پروتیین تحت تاثیر جلبک دریایی در گیاه ماش (الومالی و رنگاسامی، ۲۰۱۲) و بادام‌زمینی (سریدهار و رنگاسامی، ۲۰۱۰) مورد تایید قرار گرفته است.

طی تحقیقی مشابه افزایش رشد رویشی، افزایش کلروفیل a و b، افزایش پروتیین و افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز تحت تاثیر جلبک دریایی مشاهده گردید و اعلام گردید که محلول‌پاشی جلبک دریایی سبب تولید محرک‌های رشد زیستی از قبیل هورمون‌های رشد و متابولیتهای دیگر در گیاه می‌گردد که سبب افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز، سنتز کلروفیل و پروتیین می‌گردد. این محققین ارتباط بین نیترات ردوکتاز که آنزیم کلیدی در متابولیسم نیتروژن و پروتیین است را تایید کردند (لتیک و همکاران، ۲۰۱۳). طی آزمایشی دیگر با

محلول‌پاشی جلبک دریایی به دلیل تحریک رشد و بهبود تغذیه گیاه، عملکرد شکر ۲۳/۱ درصد افزایش یافت (دشموخ و فونده، ۲۰۱۳). صلاح الدین و همکاران (۲۰۰۸) نیز مشاهده نمودند که با کاربرد جلبک دریایی بر روی باقلا، میزان کربوئیدرات، پروتیین و عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه‌ها افزایش یافت.

درصد روغن

درصد روغن تحت تاثیر کود، عصاره جلبک دریایی و همچنین اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ٤). بررسی مقایسه میانگین‌های درصد روغن نشان داد که تیمارهای تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانوبیولوژیک و جلبک دریایی بیشترین درصد روغن را داشته است (جدول ۵). با توجه به نمودار ۷ بیشترین درصد روغن در تیمار تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانوبیولوژیک و جلبک دریایی با تیمار کود شیمیایی و جلبک دریایی به مقدار ۳/۷۲ و ۳/٦٦ درصد حاصل گردید. طی آزمایشی مشابه افزایش درصد روغن کنجد در اثر استفاده از کود نانو مورد تایید قرار گرفته است (بقری و همکاران، ۱۳۹۳). بخرد و همکاران (۱۳۹٦) طی تحقیقی دیگر افزایش عملکرد روغن را تحت تاثیر کاربرد توام کود شیمیایی نیتروژن و نانو مشاهده نمودند. این محققین پی بردند که در اثر مصرف کود نیتروژن و کود نانو به دلیل فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بهترین شرایط برای رشد گیاه فراهم و در نتیجه درصد روغن افزایش می‌یابد. همچنین طی تحقیقی دیگر مشخص گردید که کودهای زیستی با فراهم آوردن شرایط مناسبتری جهت رشد گیاه مانند تولید هورمون‌های گیاهی و توسعه سیستم ریشه‌ای سبب افزایش جذب آب و دیگر عناصر غذایی و در نتیجه افزایش درصد روغن در گیاه ذرت می‌گردند (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۳). در این آزمایش تاثیر عصاره جلبک دریایی بر درصد روغن در کلیه تیمارهای کودی به ویژه کود شیمیایی و تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی و نانوبیولوژیک مشهود بود. نظر به این که جلبک دریایی حاوی مقادیر قابل توجهی از عناصر پتاسیم، فسفر، آهن، منیزیم، مس، نیترات و هورمون‌های گیاهی است (شهبازی و همکاران، ۲۰۱۵)، احتمالا کاربرد جلبک دریایی سبب افزایش فراهمی و جذب عناصر غذایی مذکور به سمت دانه‌ها و در نتیجه افزایش درصد روغن شده باشد. طی تحقیقی جلبک دریایی درصد روغن را در گیاه بادام‌زمینی افزایش داد (سریدهار و رنگاسامی، ۲۰۱۰). همچنین کاربرد عصاره جلبک دریایی سبب افزایش ۲/۹۳ درصدی روغن در گیاه کلزای پاییزه گردیده است (آذرمهر و همکاران، ۱۳۹٦).



نمودار ۷- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود و جلبک دریایی بر درصد روغن (آزمون دانکن در سطح ۵٪).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل از این آزمایش بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در تیمار تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو بدست آمد که نسبت به تیمار کود شیمیایی به ترتیب ۱۰/۵۲ و ۱٤/۸۵ درصد افزایش نشان داد. لذا می‌توان نتیجه‌گیری نمود که صفت عملکرد بیولوژیک بیشتر از عملکرد دانه تحت تأثیر کوددهی قرار گرفته است. حداکثر درصد پروتیین و روغن دانه نیز به ترتیب توسط تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی+ کود نانو و تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی+ کود نانو بیولوژیک حاصل

گردید. همچنین مشاهده گردید که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از تیمار جلبک دریایی بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۲/٤۸ و ۱۱/٦٤ درصد افزایش نشان دادند. حداکثر درصد پروتیین و روغن دانه نیز طی محلول‌پاشی با جلبک دریایی حاصل گردید. براساس نتایج اثرات متقابل مشخص گردید که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به ترتیب ٤۳۰٤/۸۹ و ۱۲۱٤٥/۰۱ کیلوگرم در هکتار از تیمار تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی با کود نانو و جلبک دریایی بدست آمد. لذا چنین نتیجه‌گیری گردید که با مصرف کود شیمیایی همراه با کود نانو ضمن تولید حداکثر عملکرد می‌توان مصرف کود شیمیایی را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. بنابراین ضمن کاهش هزینه‌های تولید می‌توان اثرات آلودگی زیست محیطی را تا حد چشمگیری کاهش داد. همچنین بر اساس نتایج این تحقیق مصرف عصاره ارگانیک جلبک دریایی به همراه کودهای شیمیایی و نانو قابل توصیه است چرا که عصاره جلبک دریایی به دلیل دارا بودن عناصر پرمصرف و کم مصرف، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و هورمون‌های رشد مانند سیتوکنین و اکسین موجب افزایش غلظت مواد مغذی در گیاه و در نهایت موجب افزایش خصوصیات کمی و کیفی گیاه خواهد شد.

منابع

احمدی، ک.، قلیزاده، ح. ا.، عبادزاده، ح. ر.، حسین پور، ر.، عبدشاه، ه.، کاظمیان، آ.، رفیعی. م. ۱۳۹٦. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤. جلد اول محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۱۷ صفحه.

آذرمهر، ع. ر.، باقی، م.، ضیایی نسب، م. ۱۳۹٦. بررسی کاربرد عصاره جلبک دریایی و کود گوگرد سولفاته بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد کلزا پائیزه (*Brassica Napus L.*) رقم ناتالی. پژوهشهای زراعی در حاشیه کویر. ۱٤ (۳): ۱٦٥-۱٥٥.

آقازاده خلخالی، د.، مهرآفرین، ع.، عبدوسی، و.، نقدیبادی، ح. ع. ۱۳۹٤. عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه (*Plantago psyllium* L.) در پاسخ به محلول‌پاشی نانو کود کلات آهن و پتاسیم. فصلنامه گیاهان دارویی. ۱٤ (٤): ۳٤-۲۳.

اکبری، ا.، موسوی، س. غ. ر.، ثقه الاسلامی، م. ج. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر محلول‌پاشی کودهای نانو و معمولی روی و سیلیس بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله پژوهش‌های به زراعی. ۱۰ (۲): ۱٦٦-۱٥۳.

بخرد، ح.، ف. نیکنام و مهدوی، ب. ۱۳۹٦. تأثیر کود نانو در سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه و روغن کنجد (*Sesamum indicum* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۸: ۱۲۲-۱۱۰

بسیم فر، ر.، نصری، م.، زرگری، ک. ۱۳۹۵. بررسی اثر عصاره جلبک دریایی و ورمی کمپوست بر عملکرد و شاخصهای رشد گیاه ماش. مجله پژوهشهای به زراعی. ۸ (۱): ۷۰-۵۵.

بقری، م.، شمسی، ح.، مروتی، و. ا. ۱۳۹۳. اثر نانو کلات آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد داراب-۱٤، مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۸: ۷۹-٦۹.

توحیدی نیا، م. ع.، مظاهری، د.، حسینی، س. م. ب.، مدنی،. ح. ۱۳۹۲. اثر مصرف توام کود زیستی بارور ۲ و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays*) رقم سینگل کراس ۷۰٤. مجله علوم زراعی ایران. ۱٥ (٤): ۳۰۷- ۲۹٥.

جمال‌پور، س.، توبه، ا.، آل ابراهیم، م. ت.، جهانبخش، س.، جماعتی ثمرین، ش. ۱۳۹۳. تاثیر نانو کود بیولوژیک بیوزر در مقایسه با کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی رقم آگریا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه محقق اردبیلی. ٦٦ صفحه.

حسینی، س. ع.، سپهری، ع. ۱۳۹٥. اثر محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و مصرف اسید هیومیک بر رشد و عملکرد دو رقم لوبیا (*Phasaeolous vulgaris*). پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه بوعلی سینا همدان. ۹۳ صفحه.

دهقانپور، ز. ۱۳۹۳. دستورالعمل کاشت، داشت و برداشت ذرت. وزارت جهاد کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۹۸ صفحه.

زاهدی، ح.، اسماعیل پور نیازی، س. ا. ۱۳۹٦. اثرات کاربرد و روش مصرف کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی. ۳۰ (٤): ۱۲-۱.

صابر، س.، قسیمی حق، ز.، مصطفوی، ش. ۱۳۹۲. تأثیر مکانیسم نانو اکسید تیتانیوم بر فرایندهای فیزیولوژی گیاه اسفناج (*Spinacia oleracea*). دومین همایش ملی و توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم. ۱۶-۱.

عامری، م.، عرب، ر.، یاورزاده، م. ر. ۱۳۹۶. بررسی اثر تنش قطع آبیاری و محلول‌پاشی با اسید هیومیک وعصاره جلبک بر رشد و عملکرد گیاه ذرت در منطقه بم. چهارمین همایش مهندسی کشاورزی و محیط زیست. ٤ آبان ۱۳۹٦. ص : ۱۷-۱.

عیدی‌زاده، خ.، مهدوی دامغانی، ع. م.، ابراهیم پور، ف.، صباحی، ح. ۱۳۹۰. اثرات مقدار و روش کاربرد کودهای زیستی در ترکیب با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ٤ (۳): ۳۵-۲۱.

غیبی، م. ن.، اسدی، ف.، طهرانی، م. م. ۱۳۹۳. راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه ذرت. موسسه تحقیقات خاک و آب. ٤۸ صفحه.

گلستانی‌زاده، ج.، جامی معینی، م.، مروی، ح. ۱۳۹۷. اثر محلول پاشی عصاره جلبک دریایی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو در شرایط تنش شوری. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار.

محمدی، س.، عزیزی، م. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر سطوح مختلف و دفعات محلول‌پاشی نانوکود فارمکس بر رشد و نمو و مواد مؤثره بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۸ (٤): ٤٤٥-٤۳۵.

مرادی، ش.، پاساری، ب.، طالبی، ر. ۱۳۹٦. تأثیر میکوریزا و کودهای شیمیایی و ارگانیک بر رشد رویشی گیاه توتون. مجله به زراعی کشاورزی. ۱۹ (٤): ۹٦۲-۹٤۷.

مرادی‌زاده، م.، شمسی محمودآبادی، ح.، مروتی، و. ا. ۱۳۹۱. تاثیر نانو کلات آهن بر خواص کمی و کیفی آفتابگردان رقم سیرنا در منطقه میبد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد. صفحه ٦۷.

مقصودی، ع.، قلاوند، ا.، آقاعلیخانی، م. ۱۳۹۳. تأثیر راهبردهای مدیریتی نیتروژن و کود زیستی بر صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ . نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲ (۲): ۲۸۲-۲۷۳.

Biari, A., Gholami, A., Rahmani, H. A. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. Journal of Biological Sciences. 8: 1015-1020.

Deshmukh, P. S., Phonde, D. B. 2013. Effect of seaweed extract on growth, yield and quality of sugarcane. International Journal of Agricultural Sciences. 9 (2): 750-753.

El- Azab, M. E., El-Dewiny, C. Y. 2018. Effect of bio and mineral nitrogen fertilizer with different levels on growth, yield and quality of maize plants. Journal of Innovations in Pharmaceutical and Biological Sciences. 5 (2), 70-75.

Elumalai, L. K., Rengasamy, R. 2012. Synergistic effect of seaweed manure and *Bacillus* sp. on growth and biochemical constituents of *Vigna radiata* L. Journal of Biofertilizers & Biopesticides. 3 (3): 1-7.

Jafarzadeh, R., Jami Moeini, M., Hokm Abadi, M. R. 2013. Wheat yield response to foliar and soil application of potassium fertilizer Nano. Journal of Farming Research. 5 (2): 189-97.

Kjeldahl, J. Z. 1883. A new method for the determination of nitrogen in organic bodies. Analytical Chemistry. 22: 366.

Latique, S., Chernane, H., Mansori, M., El Kaoua, M. 2013. Seaweed liquid fertilizer effect on physiological and biochemical parameters of bean plant (*Phaesolus vulgaris* variety paulista) under hydroponic system. European Scientific Journal. 9 (30): 174-191.

Martinez-Toledo, M. V., Rubia, T. De. La., Moreno, J., Gonzalez- Lopez, J. 1988. Root exudates of *Zea mays* and production of auxins, gibberellins and cytokinins by *Azotobacter chroococcum*. Plant and Soil. 110: 149-152.

Mirzaei, A., Vazan, S., Naseri, R. 2010. Response of yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to seed inoculation with Azotobacter and Azosprilium and different nitrogen levels under dry land condition. World Applied Science Journal. 11 (10): 1287-1291.

Moghadam, L. A., Vattani, H., Baghaei, N., Keshavarz, N. 2012. Effect of different levels of fertilizer nano iron chelates on growth and yield characteristics of two varieties of spinach (*Spinacia oleracea L.*): Varamin 88 and Viroflay. Research of Applied Sciences, Engineering and Technology. 4 (12): 4813-4818.

Mukesh, T. S., Sudhakar, T. Z., Doongar, R. C., Karuppanan, E., Jitendra, C. 2013. Seaweed sap as alternative liquid fertilizer for yield and quality improvement of wheat. Journal Plant Nutrition. 36 (1): 192-200.

Ojaghloo, F., Farahvash, F., Hassanzadeh, A., Pouryusef, M. 2007. Effect of inoculation with azotobacter and phosphate biofertilizers on yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agricultural Sciences, Islamic Azad University, Tabriz Branch, 3: 25-30.

Paul, J., Yuvaraj, P. 2014. Effect of seaweed liquid fertilizer of *Colpomenia sinuosa* (Mert. ex Roth) derbes and solier (Brown Seaweed) on *Vigna radiata* (*L.*). International Journal of Pure and Applied Bioscience. 2 (3): 177-184.

Prasad, T. N., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V., Raja Reddy, K., Sreeprasad, T. S., Sajanlal, P. R. 2012. Effect of nanoscale Zinc-oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. Journal of Plant Nutrition. 35: 905-927.

Rostami Ajirloo, A., Shaaban, M., Rahmati Motlagh, Z. 2015. Effect of K nano-fertilizer and n bio-fertilizer on yield and yield components of tomato (*Lycopersicon Esculentum* L.). International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research. 3 (1): 138-143.

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

Salah El Din, R. A., Elbakry, A. A., Ghazi, S. M., Abdel Hamid, O. M. 2008. Effect of seaweed extract on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). Egyptian Journal of Phycology. 9: 25-38.

Selvam, G. G., Sivakumar, K. 2013. Effect of foliar spray from seaweed liquid fertilizer of *Ulva reticulata* (Forsk.) on *Vigna mungo L.* and their elemental composition using SEM–energy dispersive spectroscopic analysis. Asian Pacific Journal of Reproduction. 2 (2): 119-125.

Selvam, G. G., Sivakumar, K. 2014. Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of *Arachis hypogea L.* and their elemental composition using SEM–Energy Dispersive Spectroscopic analysis. Asian Pacific Journal of Reproduction. 3 (1): 18-22.

Shahbazi, F. Seyyed nejad, M. 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): 283-287.

Sharma, A. K. 2003. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agro- Bios Publisher, India. PP: 300.

Sheela, S., Mary Josephine Punitha, S. 2013. Studies on the effect of seaweed liquid fertilizer (SLF) on different growth parameters, biochemical constituents and pigment production in a C3 plant: *Phaseolus mungo*. Plant Sciences Feed. 3 (8): 88-93.

Shehata, S. M., Abdel-Azem, H. S., El-Yazied, A. A., El-Gizawy, A. M. 2011. Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constitutes, yield and its quality of celeriac plant. European Journal of Scientific Research. 58 (2): 257-265.

Singh, M. D., Chirag, G., Prakash, P. O., Mohan, M. H., Prakasha G., Wajith, V. 2017. Nano fertilizers is a new way to increase nutrients use efficiency in crop production. International Journal of Agriculture Sciences. 9 (7): 3831-3833.

Soxhlet, F. 1879. "Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes". Dingler's Polytechnisches Journal (in German). 232: 461-465.

Sridhar, S., Rengasamy, R. 2010. Significance of seaweed liquid fertilizers for minimizing chemical fertilizers and improving yield of *Arachis hypogaea* under field trial. Recent Research in Science and Technology. 2 (5): 73-80.

Sridhar, S., Rengasamy, R. 2010. Studies on the effect of seaweed liquid fertilizer on the flowering plant *Tagetes erecta* in field trial. Advances in Bioresearch. 1 (2): 29-34.

Subramanian, K. S., Manikandan, A., Thirunavukkarasu, M., Sharmila, Rahale, C. 2015. Nano-fertilizers for balanced crop nutrition. Nanotechnologies in Food and Agriculture. Rai M, Duran N, Ribeiro C, Mattoso L. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. Springer International Publishing Switzerland.

Tousi, P., Tajbakhsh, M., Esfahani, M. 2014. Effect of spray application of Nano-Fe chelate, amino acid compounds and magnetic water on protein content and fatty acids composition of oil of soybean (*Glycine max L.*) in different harvest time. Iranian Journal of Crop Sciences. 16 (2): 5-136.

Vijayanand, N., Ramya, S. S., Rathinavel, S. 2014. Potential of liquid extracts of *Sargassum wightii* on growth, biochemical and yield parameters of cluster bean plant. Asian Pacific Journal of Reproduction. 3 (2): 150-155.

Study the corn (*Zea mays* L.) response to the application of various chemical, nano, nano-biological fertilizers and organic extract of seaweed

F. Ahmadi[1], B. Pasari[2], M. Javaheri[2]

Received: 2018-10-1 Accepted: 2019-5-3

Abstract

In order to study the corn response to the application of various chemical, nano, nano-biological fertilizers and organic extract of seaweed, an experiment was carried out at the research farm of agriculture Faculty-Islamic Azad university- Sanandaj branch during 2016-2017. The experiment was conducted as split plot in a completely randomized block design with three replications. The main factor included the application of different fertilizers in six levels (control, chemical fertilizer, nano fertilizer, nano-biological fertilizer, combination of 50% chemical fertilizer + nano fertilizer, combination of 50% chemical fertilizer + nano-biological fertilizer) and a sub-factor including application of seaweed extract in two levels (control: distilled water and application of seaweed extract) were considered. The results showed that the effect of fertilization was significant on the characters as: cob length, cob diameter, number of rows per cob, number of seeds per row, 1000 grain weight, grain and biological yield, protein and oil percentage. The highest grain and biological yield were obtained from a combination of 50% chemical fertilizer + nano-fertilizer, which increased 10.52% and 14.85%, respectively in comparison with chemical fertilizer. The effect of seaweed extract on all studied traits was significant, with except to number of cob per plant. The seaweed extract increased the grain and biological yield to 12.48 and 11.66%, respectively. The results of interaction effects on all traits were significant with except to cob number and protein percentage. Finally, the maximum grain and biological yield were obtained from the combination of 50% chemical fertilizer + nano-fertilizer and seaweed.

Keywords: Biological fertilizer, chemical fertilizer, maize, nonotechnology, seaweed extract

1- MSc Graduated, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran
2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran