مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹

مجله پژوهش های به زراعی

اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر کاهش سمیت کروم در لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)

کیوان اسماعیلی[۱]، امید صادقی‌پور[۲]* ، رضا منعم[۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- گروه زراعت، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۴

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کاربرد عصاره جلبک دریایی در کاهش سمیت ناشی از تنش فلز سنگین کروم در گیاه لوبیا چشم بلبلی (رقم کامران)، آزمایشی گلدانی در منطقه شهر ری در تابستان ۱۳۹۸ اجرا شد. این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار و در ۳ تکرار اجرا گردید. در این آزمایش فاکتور اول تنش فلز سنگین کروم در ۲ سطح شامل غلظتهای صفر و ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک از منبع دی کرومات پتاسیم ($K_2Cr_2O_7$) و فاکتور دوم محلولپاشی عصاره جلبک دریایی *Ascophyllum nodosum* در ۴ سطح شامل عدم مصرف، پیش تیمار بذر (به مدت ۱۲ ساعت)، محلول‌پاشی دو مرحله و محلول‌پاشی سه مرحله هر کدام با غلظت ۷ میلی لیتر بر لیتر بود. نتایج نشان داد که تنش کروم، تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، زیست توده و شاخص برداشت را کاهش داد. از طرف دیگر کاربرد عصاره جلبک دریایی منجر به بهبود صفات فوق تحت تنش کروم گردید. در این تحقیق بالاترین عملکرد دانه تک بوته از تیمار عدم کاربرد کروم (شاهد) به همراه محلول‌پاشی سه مرحله‌ای عصاره جلبک دریایی با میانگین ۳۸/۵۸ گرم و کمترین عملکرد دانه نیز با میانگین ۷/۶۴ گرم از تیمار تنش کروم و عدم کاربرد عصاره جلبک دریایی بدست آمد. بعبارت دیگر محلول‌پاشی سه مرحله‌ای عصاره جلبک دریایی در هر دو شرایط عدم تنش و تنش کروم میزان عملکرد دانه را در مقایسه با عدم کاربرد آن به ترتیب معادل ۹۰ و ۹۴ درصد افزایش داد. بنابراین با توجه به این یافته‌ها می‌توان از محلول‌پاشی سه مرحله‌ای عصاره جلبک دریایی جهت بهبود رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی در شرایط عدم تنش و تنش کروم استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: سمیت کروم، عصاره جلبک دریایی، لوبیا چشم بلبلی، عملکرد دانه

* نگارنده مسئول (sadeghipour@iausr.ac.ir)

مقدمه

لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L. Walp.) یکی از مهمترین لگوم‌های دانه‌ای چند منظوره است. تمام قسمت‌های گیاه دارای ارزش غذایی بالایی هستند. دانه این گیاه دارای ۲۵-۲۰ درصد پروتئین و مقادیر مناسبی کربوهیدرات، چربی، مواد معدنی و ویتامین‌ها است. در آسیا، آفریقا و آمریکای لاتین بیش از ۱۰ میلیون هکتار از اراضی، زیر کشت این گیاه قرار دارند که سالانه حدود ۵ میلیون تن دانه تولید می‌کنند. این گیاه در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری دنیا با میزان بارش متغیر سالانه ۶۰۰-۳۰۰ میلیمتر رشد می‌کند. لوبیا چشم بلبلی نسبت به بسیاری از محصولات، سازگاری بهتری به خشکی، گرما و تنش‌های زیستی دارد. با این حال، برخی از ارقام این گیاه به تنش‌های غیر زیستی حساس بوده به طوری که عملکرد و تولید آنها در این شرایط به شدت کاهش می‌یابد (Ndiso *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2016).

فلزات سنگین آلاینده‌های مهم محیطی هستند که سمیّت آنها موجب افزایش مشکلات اکولوژیکی، تغذیه‌ای و محیطی می‌گردد. واژه فلزات سنگین به هر عنصر فلزی اطلاق می‌شود که دارای چگالی نسبتاً بالایی بوده و حتی در غلظت‌های پایین سمّی است. این نوع فلزات دارای چگالی اتمی بیش از ۴ گرم بر سانتیمتر مکعب بوده که پنج برابر یا بیشتر سنگین‌تر از آب می‌باشند. با این وجود، خصوصیات شیمیایی فلزات سنگین در مقایسه با چگالی آنها دارای اثرگذاری بسیار بیشتری است. فلزات سنگین شامل: سرب (Pb)، کادمیوم (Cd)، نیکل (Ni)، کبالت (Co)، آهن (Fe)، روی (Zn)، کروم (Cr)، آرسنیک (As)، نقره (Ag) و عناصر گروه پلاتین می‌باشند. مسمومیت فلزات سنگین در گیاهان با توجه به گونه گیاهی، نوع فلز، غلظت آن، شکل شیمیایی عنصر و وضعیت و pH خاک متفاوت است (Nagajyoti *et al.*, 2010). کروم (Cr) یک عنصر طبیعی در سنگ‌ها، خاک، گیاهان، حیوانات و غبار و گازهای آتشفشانی است. امروزه آلودگی محیط زیست به کروم که ناشی از انواع فعالیتهای صنعتی و کشاورزی است به یک مسئله عمده تبدیل شده است. خاک و آب آلوده به کروم در نهایت محصول را از بین برده و با ورود به زنجیره غذایی، سلامتی انسان را به خطر می‌اندازد. کروم

از طیف گسترده‌ای از صنایع مانند آبکاری، کارخانه سیمان، تولید فولاد، ساخت رنگ‌ها و رنگدانه‌ها، حفاظت از چرم و چوب، فلزکاری، پردازش چوب، تولید خمیر و کاغذ، دود دخانیات، شستشو و دفن زباله بهداشتی نامناسب به محیط زیست وارد می‌شود. کروم معمولا به دو صورت ۳ و ۶ ظرفیتی دیده می‌شود که نوع ۶ ظرفیتی آن بسیار سمی‌تر است. تجمع کروم در گیاه سبب افزایش سمیت آن و کاهش رشد و تولید زیست توده می‌شود. کروم باعث تغییرات ساختاری در گیاه نیز می‌گردد. این فلز سنگین موجب اختلال در فرایندهای فتوسنتز، تنفس، جذب آب و مواد معدنی می‌شود. فعالیت آنزیم‌های مربوط به متابولیسم نشاسته و نیتروژن در اثر سمیت کروم کاهش می یابند. کروم همچنین باعث بروز تنش اکسیداتیو و خسارت به چربی غشاها و DNA می‌گردد که مجموع این عوامل ممکن است منجر به از بین رفتن گیاه گردد (Singh *et al.*, 2013).

جلبک‌های دریایی جزء جدایی ناپذیری از اکوسیستم های ساحلی- دریایی هستند که دارای انواع ماکروسکوپیک (درشت) و چند سلولی‌اند و معمولاً در لایه‌های زیرین ساحل اقیانوس‌ها یافت می‌شوند. در طبیعت حدود ۹۰۰۰ گونه جلبک درشت وجود دارد که عمدتاً بر اساس رنگدانه به سه گروه اصلی تقسیم می شوند: Phaeophyta، Rhodophyta و Chlorophyta یا به ترتیب جلبک‌های قهوه‌ای، قرمز و سبز. جلبک‌های دریایی قهوه‌ای فراوان‌ترین گروه‌اند که حدود ۲۰۰۰ گونه دارند که در سواحل صخره‌ای مناطق معتدل دارای حداکثر رشد می‌باشند (Khan *et al.*, 2009). این جلبک شایع‌ترین نوع در کشاورزی است و از میان آنها بیشترین تحقیقات بر روی *Ascophyllum nodosum* انجام شده است. علاوه بر *A. nodosum* گونه‌های دیگری از جلبک قهوه‌ای مانند *Fucus spp.*، *Laminaria spp.*، *Sargassum spp.* و *Turbinaria spp.* به عنوان کود در کشاورزی استفاده می‌شوند. جلبک دریایی به عنوان منبعی از مواد آلی و مغذی، باعث شده است که قرن‌ها از آن استفاده شود (Blunden and Gordon, 1986). حدود ۱۵ میلیون تن محصولات جلبک دریایی هر ساله تولید می‌شود که بخش قابل توجهی از آن برای مکمل‌های غذایی و محرک‌های زیستی یا به

صورت کود برای افزایش رشد و عملکرد گیاهان استفاده می‌شود. شماری از محصولات تجاری عصاره جلبک دریایی برای استفاده در کشاورزی و باغبانی در دسترس هستند. بررسی‌های انجام شده، طیف وسیعی از اثرات مطلوب کاربرد عصاره جلبک دریایی مثل جوانه زنی بذر و استقرار گیاهچه، عملکرد مطلوب محصول، مقاومت بالا به تنش‌های زیستی و غیر زیستی و افزایش ماندگاری محصولات فاسد شدنی را در گیاهان نشان داده است. استفاده از فرمولاسیون‌های جلبک دریایی به عنوان تحریک کننده‌های زیستی در تولید محصولات، کاملاً اثبات شده و محرک‌های رشد موجود در این عصاره باعث بهبود رشد می شود (Khan *et al.*, 2009). در تحقیقی اثرات استفاده از عصاره جلبک دریایی بر لوبیا چشم بلبلی تحت تنش شوری بررسی شد. استفاده از عصاره جلبک دریایی در شرایط تنش باعث افزایش قابل توجهی در طول و تعداد غلاف و وزن صد دانه در مقایسه با شاهد گردید (Manaf, 2016). اثر عصاره جلبک دریایی بر جوانه زنی بذر لوبیا تحت تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت. تشدید تنش شوری موجب کاهش جوانه زنی گردید. از سوی دیگر، مشخص شد که عصاره جلبک دریایی موجب کاهش بازدارنده‌های رشد (احتمالا اسید آبسیزیک موجود در بذور) شد که این امر باعث افزایش درصد جوانه زنی گردید. دخالت تنظیم کننده‌های رشد موجود در عصاره‌های جلبک دریایی مانند اتیلن، کینتین و اسید جیبرلیک در شکستن خواب بذرها موثر بود. اثر مطلوب عصاره جلبک دریایی ممکن است ناشی از هورمون‌های رشد موجود باشد که موجب سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیکی می‌شود (Salma *et al.*, 2014). در پژوهشی دیگر، عصاره جلبک *Ascophyllum nodosum* بدلیل پتانسیلی که در کاهش تنش خشکی در سویا داشت، مورد ارزیابی قرار گرفت. گیاهانی که تحت تیمار با عصاره جلبک دریایی قرار گرفتند، دارای محتوی نسبی آب و هدایت روزنه‌ای بالاتری در شرایط تنش خشکی بودند. در مراحل اولیه ریکاوری پس از خشکی، گیاهان تحت تیمار بطور قابل توجهی از هدایت روزنه‌ای و فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری برخوردار بودند. روی هم رفته، این نتایج نشان داد که کاربرد عصاره جلبک باعث افزایش تحمل به خشکی سویا با تغییرات

فیزیولوژیکی و بیان ژن شد. همچنین استفاده از عصاره جلبک دریایی، تحمل خشکی را با تنظیم دمای برگ و فشار آماس، بالاتر برد و میزان پژمردگی سویا را کاهش داد (Shukla *et al.*, 2018).

با توجه به تاثیر منفی فلزات سنگین و به ویژه کروم بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی، یافتن روش‌هایی که بوسیله آنها بتوان این تاثیر منفی را کاهش داد ضروری است. لذا در این تحقیق نقش عصاره جلبک دریایی در بهبود رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کروم مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر کاربرد عصاره جلبک دریایی در کاهش سمیت ناشی از تنش فلز سنگین کروم در گیاه لوبیا چشم بلبلی رقم کامران آزمایشی گلدانی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری در بهار ۱۳۹۸ اجرا شد. شهرستان ری در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۲ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه قرار گرفته است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۶۰ متر می باشد. آب و هوای شهرری گرم و خشک تر از شهر تهران بوده و حداکثر مطلق دما ۴۱/۸ درجه سانتی گراد، حداقل مطلق دما ۳/۴- درجه سانتیگراد، میانگین حداقل دما ۱۳/۷ درجه سانتی گراد و میانگین حداکثر دما ۳۲/۲ درجه سانتیگراد می باشد. این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار و در ۳ تکرار اجرا شد. در این آزمایش فاکتور اول فلز سنگین کروم در دو سطح شامل غلظت های صفر و ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک کروم از منبع دی کرومات پتاسیم ($K_2Cr_2O_7$) و فاکتور دوم کاربرد عصاره جلبک دریایی *Ascophyllum nodosum* در چهار سطح شامل عدم مصرف، پیش تیمار بذر (به مدت ۱۲ ساعت)، محلول‌پاشی (دو مرحله) و محلول‌پاشی (سه مرحله) هر کدام با غلظت ۷ میلی لیتر بر لیتر بود. خاک مورد استفاده در گلدان‌ها ترکیبی مساوی از خاک مزرعه، کود پوسیده دامی و خاک برگ بود. جهت تعیین خصوصیات خاک قبل از اجرای آزمایش اقدام به نمونه برداری از خاک مورد استفاده برای گلدان‌ها گردید. یک نمونه که نماینده کاملی از خاک مورد استفاده برای گلدان‌ها بود جهت تعیین خصوصیات خاک به

آزمایشگاه ارسال گردید. نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک گلدان‌ها

شوری ds/m	اسیدیته	کربن آلی %	نیتروژن %	فسفر mg/kg	پتاسیم mg/kg	کروم mg/kg	بافت خاک
۳/۱	۷/۴۹	۲/۱	۰/۲۱	۱۵	۴۳۰	۰/۸۸	رسی شنی

پس از اعمال تیمار کروم در خاک، در اواسط خرداد ماه ۱۳۹۸ بذور لوبیا چشم بلبلی پس از ضد عفونی با ویتاواکس و همچنین پیش تیمار با عصاره جلبک دریایی (با توجه به نقشه طرح)، به تعداد ۱۵ عدد و به عمق ۴-۳ سانتیمتر در گلدان‌هایی با قطر و ارتفاع ۵۰ سانتیمتر کشت شد. سپس گلدان‌ها در شرایط محیط طبیعی قرار داده شدند. به مرور و تا زمان ۲ برگی در هر گلدان ۶ گیاهچه حفظ شده و مابقی حذف گردید. محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی پس از تنک کردن، به فاصله ۱۰ روز یکبار، طی ۲ و ۳ مرحله (با توجه به نقشه طرح) انجام شد. جهت تیمار بذر (۱۲ ساعت) و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی از محلول STIMPLEX محصول شرکت Agrican Seaplants کشور کانادا که عصاره جلبک دریایی *Ascophyllum nodosum* بود (با نمایندگی شرکت آرمان سبز آدینه) استفاده شد. در زمان رسیدگی کامل فیزیولوژیکی، ۳ بوته از هر گلدان برداشت شده و میانگین تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در هر غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه (پس از آفتاب خشک شدن با رطوبت ۱۳٪) تعیین گردید. سپس ۳ بوته باقیمانده در هر گلدان پس از برداشت به دانه و سایر بخش‌ها تفکیک شده و به‌طور جداگانه در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند تا وزن خشک آن‌ها به دست آمد و از آن طریق کل زیست‌توده تولیدی و شاخص برداشت (تقسیم عملکرد دانه بر کل زیست‌توده) حاصل شد. درنهایت تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت تاثیر سمیت کروم و کاربرد عصاره جلبک دریایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه	عملکرد دانه تک بوته	زیست توده تک بوته	شاخص برداشت
کروم	۱	۱۶۰/۸۳**	۲۲/۶۷**	۱۷۳/۰۷**	۱۷۸۵/۳۷**	۷۸۸۰/۷۵**	۶۷۴/۴۷**
عصاره جلبک دریایی	۳	۲۶/۶۶**	۲/۰۴**	۱۰/۸۵**	۲۱۴/۷۵**	۴۲۳/۳۸**	۱۱۷/۹۴**
کروم× عصاره جلبک دریایی	۳	۰/۴۸ns	۰/۰۱ns	۲/۴۶ns	۴۱/۰۷**	۱۹/۰۳ns	۸/۳۳ns
خطا	۱۶	۰/۷۴	۰/۱۴	۱/۹۵	۲/۳۳	۲۱/۴۷	۴/۵۶
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۶۶	۶/۵۲	۶/۸۸	۷/۷۷	۴/۶۳	۲/۱۳

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

جدول ۳- نتایج مقایسات میانگین عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت تاثیر اثرات اصلی سطوح کروم و کاربرد عصاره جلبک دریایی

تیمار	SE± تعداد غلاف بوته	SE ± تعداد دانه در غلاف	SE± وزن صد دانه (گرم)	SE± عملکرد دانه تک بوته (گرم)	SE± زیست توده تک بوته (گرم)	SE± شاخص برداشت (٪)
کروم						
شاهد (عدم کاربرد)	۱۷/۸۴ ± ۰/۶۰a	۶/۷۶ ± ۰/۲۰a	۲۲/۹۵ ± ۰/۶۲a	۲۸/۲۸ ± ۲/۲۷a	۱۰۳/۸۸ ± ۲/۷۲a	۲۶/۸۲ ± ۱/۴۹a
۵۰ میلی گرم	۱۲/۶۷ ± ۰/۵۸b	۴/۸۲ ± ۰/۱۴b	۱۷/۵۸ ± ۰/۳۸b	۱۱/۰۳ ± ۰/۹۵b	۶۷/۶۳ ± ۲/۲۸b	۱۶/۲۱ ± ۱/۰۸b
عصاره جلبک دریایی						
شاهد (عدم کاربرد)	۱۳/۲۳ ± ۱/۳۱c	۵/۲۰ ± ۰/۴۵b	۱۸/۸۹ ± ۰/۹۶b	۱۳/۹۸ ± ۲/۹۲c	۷۷/۲۶ ± ۷/۵۴c	۱۷/۳۲ ± ۲/۲۲c
پیش تیمار بذر	۱۳/۸۰ ± ۱/۰۳c	۵/۳۹ ± ۰/۴۴b	۱۹/۵۵ ± ۱/۲۸b	۱۵/۵۴ ± ۳/۰۶c	۸۰/۵۹ ± ۷/۶۹c	۱۸/۳۳ ± ۲/۰۷c
محلول پاشی دو مرحله	۱۶/۲۸ ± ۱/۰۸b	۶/۱۶ ± ۰/۴۵a	۲۰/۶۷ ± ۱/۴۱ab	۲۲/۲۸ ± ۴/۲۰b	۸۹/۴۴ ± ۸/۷۷b	۲۳/۷۹ ± ۲/۴۶b
محلول پاشی سه مرحله	۱۷/۷۲ ± ۱/۳۵a	۶/۴۱ ± ۰/۴۷a	۲۱/۹۶ ± ۱/۵۷a	۲۶/۸۲ ± ۵/۴۰a	۹۵/۷۳ ± ۹/۱۰a	۲۶/۶۲ ± ۳/۲۲a

در هر ستون و در هر تیمار، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری و براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۴- نتایج مقایسات میانگین عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت تاثیر اثرات متقابل سطوح کروم و کاربرد عصاره جلبک دریایی

کروم	عصاره جلبک دریایی	SE± تعداد غلاف بوته	SE± تعداد دانه در غلاف	SE± وزن صد دانه (گرم)	SE± عملکرد دانه تک بوته (گرم)	SE± زیست توده تک بوته (گرم)	SE± شاخص برداشت (٪)
شاهد (عدم کاربرد)	شاهد (عدم کاربرد)	۱۶/۰۲ ± ۰/۴۹c	۶/۱۱ ± ۰/۴۳b	۲۰/۸۱ ± ۰/۸۰cd	۲۰/۳۲ ± ۱/۴۶c	۹۳/۴۷ ± ۲/۳۹b	۲۱/۷۳ ± ۱/۳۴cd
	پیش تیمار بذر	۱۶/۱۱ ± ۰/۲۲c	۶/۳۴ ± ۰/۲۷b	۲۲/۰۰ ± ۱/۳۳bc	۲۲/۳۶ ± ۰/۵۷c	۹۷/۶۲ ± ۱/۳۴b	۲۲/۸۹ ± ۰/۲۸c
	محلول پاشی دو مرحله	۱۸/۶۶ ± ۰/۳۸b	۷/۱۵ ± ۰/۱۹a	۲۳/۶۷ ± ۰/۴۲ab	۳۱/۵۹ ± ۰/۸۹b	۱۰۸/۸۰ ± ۰/۸۳a	۲۹/۰۴ ± ۱/۰۰b
	محلول پاشی سه مرحله	۲۰/۶۰ ± ۰/۵۸a	۷/۴۵ ± ۰/۱۲a	۲۵/۳۴ ± ۰/۳۰a	۳۸/۵۸ ± ۰/۶۶a	۱۱۵/۶۱ ± ۰/۶۴a	۳۴/۶۰ ± ۰/۴۵a
۵۰ میلی گرم	شاهد (عدم کاربرد)	۱۰/۴۵ ± ۰/۷۷e	۴/۳۰ ± ۰/۰۷d	۱۶/۹۸ ± ۰/۶۰e	۷/۶۴ ± ۰/۶۷e	۶۱/۰۶ ± ۴/۰۳e	۱۲/۹۱ ± ۱/۹۴e
	پیش تیمار بذر	۱۱/۴۹ ± ۰/۱۱e	۴/۴۴ ± ۰/۰۹d	۱۷/۱۱ ± ۰/۶۶e	۸/۷۲ ± ۰/۳۰e	۶۳/۵۷ ± ۲/۰۴de	۱۳/۷۷ ± ۰/۸۶e
	محلول پاشی دو مرحله	۱۳/۹۰ ± ۰/۲۴d	۵/۱۷ ± ۰/۰۹c	۱۷/۶۷ ± ۰/۹۳e	۱۲/۹۸ ± ۰/۹۷d	۷۰/۰۷ ± ۳/۰۸cd	۱۸/۵۴ ± ۱/۳۰d
	محلول پاشی سه مرحله	۱۴/۸۴ ±۰/۷۲cd	۵/۳۷ ± ۰/۱۹c	۱۸/۵۸ ± ۰/۹۰de	۱۴/۷۹ ± ۱/۰۰d	۷۵/۸۴ ± ۴/۳۱c	۱۹/۶۴ ± ۱/۷۹cd

در هر ستون و در هر تیمار، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری و براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی-داری ندارند.

تعداد غلاف بوته

اثر کروم بر تعداد غلاف بوته

با توجه به نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۲ اثر کروم بر تعداد غلاف بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود به طوری که بالاترین تعداد غلاف با میانگین ۱۷/۸۴ از تیمار عدم کاربرد کروم (شاهد) بدست آمد و کمترین تعداد غلاف نیز با میانگین ۱۲/۶۷ مربوط به تیمار کاربرد ۵۰ میلی گرم کروم بود (جدول ۳). با توجه به اینکه میزان ۳ میلی-گرم در لیتر کروم در محلول غذایی برای گیاهان سمی‌است، در ۱۰ میلی گرم در لیتر رشد گیاهان کند می شود و در ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کشنده است (Singh *et al.*, 2013). در پژوهشی که توسط Golovatyj and Bogatyreva (1999) در خاک‌های حاوی کروم روی ذرت انجام شد، مشاهده شد که سطوح ۱۰۰ تا ۳۰۰ گرم بر کیلوگرم کروم باعث کاهش محصول در این گیاه گردید. Wyszkowski and

Radziemska (2010) گزارش نمودند که در در اثر کاربرد کروم تعداد سنبله در بوته گیاه جو به شدت کاهش یافت.

اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر تعداد غلاف بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر تعداد غلاف بوته لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسات میانگین‌های ارائه شده در جدول ۳ بالاترین تعداد غلاف با میانگین ۱۷/۷۲ از تیمار سه مرحله محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی حاصل شد و کمترین تعداد غلاف در بوته با میانگین ۱۳/۲۳ مربوط به تمیار عدم کاربرد عصاره جلبک دریایی (شاهد) بود. پور سجاد و آباد خواه (۱۳۹۲) گزارش کردند که محلولپاشی مواد محرک رشد از جمله عصاره جلبک‌های دریایی، عملکرد دانه‌ی آفتابگردان را افزایش داد. در تحقیقی دیگر گزارش شد که محلولپاشی عصاره جلبک دریایی با کاهش اثرات منفی تنش خشکی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه‌ی نخود را افزایش داد به طوری که که محلولپاشی عصاره جلبک دریایی نسبت به محلولپاشی با آب مقطر، باعث افزایش تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف، وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیک نخود شد (حق‌پرست و همکاران، ۱۳۹۱).

اثر متقابل سطوح کروم و عصاره جلبک دریایی بر تعداد غلاف بوته

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اثر متقابل کروم و عصاره جلبک دریایی بر تعداد غلاف در بوته‌های لوبیا چشم بلبلی معنی‌دار نشد (جدول ۲). بدین مفهوم که این دو تیمار از نظر تاثیری که بر این صفت گذاشتند به صورت مستقل از هم عمل نمودند، بطوریکه در شرایط شاهد و سمیت کروم، بالاترین تعداد غلاف بوته از محلول پاشی سه مرحله‌ای عصاره جلبک دریایی و به ترتیب با تعداد ۲۰/۶۰ و ۱۴/۸۴ غلاف در بوته حاصل شد (جدول ۴).

تعداد دانه در غلاف

اثر کروم بر تعداد دانه در غلاف

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر کروم بر تعداد دانه در غلاف‌های لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به گونه ای که در اثر سمیت کروم تعداد دانه در غلاف به شدت کاهش یافت. با توجه به نتایج مقایسات میانگین‌ها بیشترین تعداد دانه در غلاف با میانگین ۶/۷۶ از تیمار عدم کاربرد کروم (شاهد) بدست آمد و کمترین تعداد دانه در غلاف نیز با میانگین ۴/۸۲ از تیمار کاربرد ۵۰ میلی گرم کروم حاصل شد (جدول ۳). برومند جزی و همکاران (۱۳۹۱) در آزمایشی اثرات ناشی از مسمومیت فلز سنگین سرب در غلظت های مختلف ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ ، ۱/۵ ، ۲ میلی مولار، بر پارامترهای رشد گیاه کلزا رقم اکاپی را مورد مطالعه قرار دادند و در نتیجه تحقیقات خود بیان نمودند که در اثر کاربرد سرب تعداد دانه در خورجین به شدت کاهش یافت که نتایج بدست آمده از این تحقیق با این نتایج مطابقت دارد. تحقیقات نشان داد که کروم منجر به کاهش صفت تعداد دانه در غلاف در گیاهان خانواده لگومینوز میگردد (Stambulska *et al.*, 2018).

اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۲ بیانگر آن بود که اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر تعداد دانه در غلاف لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و با کاربرد عصاره جلبک دریایی تعداد دانه‌ها افزایش نشان داد بطوری که بیشترین تعداد دانه در غلاف با میانگین ۶/۴۱ از تیمار کاربرد عصاره جلبک دریایی به صورت محلول پاشی در سه مرحله حاصل شد و کمترین تعداد دانه نیز با میانگین ۵/۲۰ از عدم کاربرد عصاره جلبک دریایی بدست آمد که البته اختلاف معنی داری با محلول پاشی دو مرحله ای آن نداشت (جدول ۳). سیبی و میرزاخانی (۱۳۹۱) در مطالعه تأثیر عصاره جلبک دریایی در شرایط تنش خشکی بر عملکرد نخود به

این نتیجه رسیدند که محلولپاشی عصاره جلبک دریایی تأثیر معنی‌داری بر تعداد ساقه، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه نخود داشت. این محققین اظهار داشتند که جلبک-های دریایی با داشتن هورمون‌های اکسین و سیتوکنین و عناصر ریز مغذی، بر رشد گیاه تأثیر گذاشته و باعث شده که بوته‌های نخود در شرایط دیم، کمبود رطوبت را به خوبی تحمل کنند و رشد بهتری نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف عصاره جلبک دریایی) داشته باشند.

اثر متقابل سطوح کروم و کاربرد عصاره جلبک دریایی بر تعداد دانه در غلاف

همانگونه که در نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۲ بیان شد اثر متقابل کروم و کاربرد عصاره جلبک دریایی بر تعداد دانه در غلاف بوته لوبیا چشم بلبلی معنی‌دار نبود. بدین مفهوم که این دو تیمار از نظر تاثیری که بر این صفت گذاشتند به صورت مستقل از هم عمل نمودند. بطوریکه در شرایط شاهد و سمیت کروم، بالاترین تعداد دانه در غلاف از محلول پاشی سه مرحله‌ای عصاره جلبک دریایی و به ترتیب با تعداد ۷/۴ و ۵/۳۷ تعداد دانه در غلاف حاصل شد (جدول ۴).

وزن صد دانه

اثر کروم بر وزن صد دانه

اثر کروم بر وزن صد دانه گیاه لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲) و با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها بالاترین وزن صد دانه از تیمار عدم کاربرد کروم (شاهد) با میانگین ۲۲/۹۵ گرم حاصل شد و کمترین وزن صد دانه نیز با میانگین ۱۷/۵۸ گرم متعلق به تیمار کاربرد ۵۰ میلی گرم کروم بود (جدول ۳). از جمله اثرات منفی فلزات سنگین بر گیاهان کاهش رشد و همچنین کاهش سطح برگ است که به دنبال آن تولید مواد فتوسنتزی به شدت کاهش می‌یابد در نتیجه ماده خشک کمتری نیز برای انتقال به دانه تشکیل می‌گردد که در تایید این اظهار نظر می‌توان به نتایج تحقیق مشابه اشاره نمود کشته گر و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی اثرات فلزات سنگین مس و سرب بر صفات رشدی و عملکرد دو رقم ماش

گزارش نمودند که در اثر کاربرد این دو فلز سنگین، سطح برگ و رشد اندام هوایی به شدت کاهش یافت و به دنبال آن اجزای عملکرد همانند وزن دانه متاثر از این کاهش بود. Shams *et al.* (2010) در بررسی کاربرد کروم بر گیاه ذرت و کلزا بیان نمودند که کروم منجر به کاهش وزن هزار دانه در این دو گیاه گردید

اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۲ بیانگر آن بود که اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر وزن صد دانه لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همانگونه که در جدول ۳ نشان داده شد بالاترین وزن صد دانه با میانگین ۲۱/۹۶ گرم از تیمار محلول پاشی عصاره جلبک دریایی در سه مرحله بدست آمد و کمترین وزن صد دانه نیز با میانگین ۱۸/۸۹ گرم از تیمار عدم کاربرد عصاره جلبک دریایی (شاهد) حاصل شد. در تحقیقی مشخص شد که محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در غلظت‌های مختلف منجر به عملکرد و اجزای عملکرد بالاتر در سویا گردید (Rathore *et al.*, 2009).

اثر متقابل سطوح کروم و عصاره جلبک دریایی بر وزن صد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس بدست آمده اثر متقابل کروم و کاربرد عصاره جلبک دریایی بر وزن صد دانه لوبیا چشم بلبلی معنی‌دار نبود (جدول ۲). بدین مفهوم که این دو تیمار از نظر تاثیری که بر این صفت گذاشتند به صورت مستقل از هم عمل نمودند. بطوریکه در شرایط شاهد و سمیت کروم، بالاترین وزن صد دانه از محلول پاشی سه مرحله‌ای عصاره جلبک دریایی و به ترتیب با تعداد ۲۵/۳۴ و ۱۸/۵۸ گرم حاصل شد (جدول ۴).

عملکرد دانه تک بوته

اثر کروم بر عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر کاربرد کروم بر عملکرد دانه تک بوته لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول

۲). به‌طوری‌که در اثر کاربرد کروم میزان عملکرد به شدت کاهش یافت همانگونه که در جدول ۳ گزارش شده است بالاترین عملکرد دانه با میانگین ۲۸/۲۸ گرم در بوته از تیمار عدم کاربرد کروم (شاهد) بدست آمد و کمترین میزان نیز با میانگین ۱۱/۰۳ گرم در بوته از تیمار کاربرد ۵۰ میلی گرم کروم حاصل شد یعنی در اثر کاربرد کروم عملکرد دانه به میزان ۶۰ درصد کاهش یافت. در این تحقیق با توجه به اینکه سمیت کروم موجب کاهش تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه لوبیا چشم بلبلی شد بنابراین کاهش عملکرد دانه در اثر کاربرد فلز سنگین کروم قابل انتظار بود. Singh *et al.*, (2013) در تحقیقی که بر روی بررسی تاثیر کروم بر رشد و عملکرد گیاهان به صورت مروری انجام دادند گزارش نمودند که عملکرد ماش، ذرت، لوبیا و جو در اثر کاربرد کروم در محیط کشت به طور معنی داری کاهش یافت. در پژوهشی که توسط Golovatyj and Bogatyreva (1999) در خاک های حاوی کروم روی ذرت انجام گرفت، مشاهده شد که سطوح ۳۰۰-۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم کروم باعث کاهش محصول شد.

اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر عملکرد دانه

اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر عملکرد دانه تک بوته لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) به‌طوری‌که با افزایش کاربرد عصاره جلبک دریایی میزان عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی نیز افزایش یافت. بالاترین عملکرد دانه در تک بوته لوبیا با میانگین ۲۶/۸۲ گرم از تیمار کاربرد عصاره جلبک دریایی به صورت محلول پاشی در سه مرحله حاصل شد و کمترین میزان با میانگین ۱۳/۹۸ گرم مربوط به تیمار عدم کاربرد عصاره جلبک دریایی بود (جدول ۳). با توجه به نتایج حاصل از اجزای عملکرد دانه (تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه) حصول چنین نتایجی دور از انتظار نبود. در پژوهشی دیگر نیز اثر مثبت استفاده از عصاره جلبک دریایی بر روی عملکرد سویا مورد

بررسی قرار گرفت و مشخص شد که محلول‌پاشی عصاره در غلظت‌های مختلف منجر به عملکرد بالاتر، رشد بیشتر و جذب بهتر مواد مغذی در گیاه سویا گردید (Rathore *et al.*, 2009).

اثر متقابل سطوح کروم و عصاره جلبک دریایی بر عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس گزارش شده در جدول ۲ حاکی از آن بود که اثرات متقابل کروم و عصاره جلبک دریایی بر عملکرد دانه در تک بوته لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. این امر بیانگر آن است که کاربرد عصاره جلبک دریایی در سطوح مختلف کاربرد کروم اثرات متفاوتی بر عملکرد دانه داشت به بیان دیگر اگرچه کاربرد عصاره جلبک دریایی در هر دو سطح کاربرد و عدم کاربرد کروم موجب افزایش عملکرد دانه گردید ولی شیب این افزایش متفاوت بود به گونه‌ای که در شرایط عدم سمیت کروم، نقش مثبت کاربرد عصاره جلبک دریایی دارای شیب تندتری بود. با توجه به نتایج مقایسات میانگین، بالاترین عملکرد دانه در تک بوته از تیمار عدم کاربرد کروم (شاهد) به همراه محلول پاشی سه مرحله عصاره جلبک دریایی با میانگین ۳۸/۵۸ گرم حاصل شد و کمترین عملکرد دانه نیز با میانگین ۷/۶۴ گرم در بوته از تیمار کاربرد ۵۰ میلی گرم کروم به همراه عدم کاربرد عصاره جلبک دریایی بدست آمد. از سوی دیگر در شرایط سمیت کروم، بالاترین عملکرد دانه تک بوته با میانگین ۱۴/۷۹ گرم از تیمار سه مرحله محلولپاشی عصاره جلبک دریایی بدست آمد که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار دو مرحله محلولپاشی آن نداشت (جدول ۴). یکی از استراتژی‌های مناسب برای غلبه بر تنش‌های محیطی استفاده از کودهای آلی در جهت رفع و بهبود آثار مخرب تنش در گیاهان می‌باشد (Stambulska *et al.*, 2018).

زیست توده

اثر کروم بر زیست توده

اثر کروم بر زیست توده تک بوته لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در اثر کاربرد کروم وزن زیست توده در گیاه لوبیا چشم بلبلی به شدت کاهش

یافت به گونه‌ای که بیشترین زیست توده گیاهی با میانگین ۱۰۳/۸۸ گرم از تیمار عدم کاربرد کروم (شاهد) بدست آمد و کمترین وزن زیست توده در بوته با میانگین ۶۷/۶۳ گرم از تیمار کاربرد ۵۰ میلی گرم کروم حاصل شد (جدول ۳). توکلی و همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی به بررسی تاثیر غلظت های مختلف سرب و سالیسیلیک اسید در گیاه بادمجان پرداختند. نتایج نشان داد که تاثیر این تیمارها در مورد برخی شاخص‌ها مانند وزن تر و خشک گیاه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود و در اثر کاربرد سرب وزن خشک بوته کاهش یافت. افزایش منبع و افزایش فرآیندهای فتوسنتزی، یک اساس برای بالا بردن مواد آلی و تولید ماده خشک گیاه تحت تنش فلزات سنگین به طور عام و فلز کروم به طور خاص است (Bishnoi *et al*., 1993). در پژوهشی دیگر وقتی گیاه کلم تحت تیمار با کروم قرار گرفت، کاهش معنی داری در ماده خشک گیاه از ۸۸/۴ گرم در گیاه شاهد تا ۲۸/۴ گرم در گیاه تحت تیمار با ۱۰ ppm کروم مشاهده شد (Hara and , 1979 Sonoda). در یک مطالعه که برای ارزیابی ارتباط میزان تجمع و سمیت کروم نسبت به تولید بیوماس روی *Vallisernia spiralis* انجام شد، نشان داده شد که تولید ماده خشک در غلظت های بالاتر از ۲/۵ mL کروم (VI) در محلول غذایی، به شدت تحت تاثیر قرار می گیرد (Vajpayee *et al*., 2001).

اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر زیست توده

همانگونه که در نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۲ بیان شد اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر زیست توده گیاه لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و در اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی زیست توده لوبیا چشم بلبلی افزایش یافت. بر اساس نتایج مقایسات میانگین‌ها بالاترین زیست توده در تک بوته لوبیا چشم بلبلی با میانگین ۹۵/۷۳ گرم از تیمار سه مرحله محلول پاشی عصاره جلبک دریایی بدست آمد و کمترین میزان با میانگین ۷۷/۲۶ گرم در بوته مربوط به تیمار عدم کاربرد عصاره جلبک دریایی (شاهد) بود

(جدول ۳). Zodape *et al*. (2011) افزایش میزان ویتامین C میوه گوجه‌فرنگی در اثر کاربرد عصاره جلبک‌دریایی نسبت به تیمار شاهد را گزارش کردند. در تأیید نتایج بدست آمده گزارش شده است که در مراحل اولیه رشد و گل‌انگیزی گیاهان مقادیر قابل ملاحظه ترکیات هورمونی سیتوکنین، اکسین و بتائین موجود در عصاره جلبک‌دریایی تأثیر زیادی بر تقسیم سلولی می‌گذارد و این افزایش تقسیم سلولی موجب افزایش ماده خشک کل می‌شود (جوانمردی و آزادی،۱۳۹۱).

اثر متقابل سطوح کروم و عصاره جلبک دریایی بر زیست توده

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل کروم و عصاره جلبک دریایی بر زیست توده در تک بوته لوبیا چشم بلبلی معنی‌دار نشد (جدول ۲). این امر بیانگر آن است که کاربرد عصاره جلبک دریایی در هر دو سطح کروم دارای اثرات مشابه با شیب یکسان بود. بطوریکه در شرایط شاهد و سمیت کروم، بالاترین زیست توده از محلول پاشی سه مرحله‌ای عصاره جلبک دریایی و به ترتیب با تعداد ۱۱۵/۶۱ و ۷۵/۸۴ گرم حاصل شد (جدول ۴).

شاخص برداشت

اثر کروم بر شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌داری اثر کروم بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۲). به طوری‌که در اثر کاربرد کروم شاخص برداشت کاهش یافت و همانگونه که در جدول ۳ بیان شد بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۲۶/۸۲ درصد از تیمار عدم کاربرد کروم (شاهد) بدست آمد و کمترین شاخص برداشت نیز با میانگین ۱۶/۲۱ درصد از تیمار کاربرد ۵۰ میلی گرم کروم حاصل شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر کل زیست توده گیاه بدست می‌آید بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق در خصوص تاثیر کروم بر کاهش عملکرد دانه و زیست توده بنابراین کاهش شاخص برداشت نیز قابل پیش‌بینی بود. Sadeghipour (2015) نیز در لوبیا چشم بلبلی گزارش نمود که سمیت فلز سنگین سرب به طور معنی

داری موجب کاهش شاخص برداشت (۳۵ درصد) در مقایسه با تیمار شاهد شد.

اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر شاخص برداشت

با توجه به نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۲ اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی بر شاخص برداشت لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۲۶/۶۲ درصد از تیمار کاربرد عصاره جلبک دریایی به صورت محلول پاشی در سه مرحله بدست آمد و کمترین میزان نیز با میانگین ۱۷/۳۲ درصد از تیمار عدم مصرف عصاره جلبک دریایی حاصل شد (جدول ۳). عصاره جلبک‌دریایی عمدتاً به دلیل داشتن هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین، سیتوکینین، جیبرلین به عنوان محرک‌های زیستی عمل می‌کند. کاربرد عصاره جلبک‌دریایی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاه شامل ارتفاع بوته، درصد تشکیل میوه در خوشه و فاکتورهای کیفی در گوجه‌فرنگی شده است (جوانمردی و آزادی،۱۳۹۱).

اثر متقابل سطوح کروم و عصاره جلبک دریایی بر شاخص برداشت

اثر متقابل کروم و کاربرد عصاره جلبک دریایی بر شاخص برداشت لوبیا چشم بلبلی معنی‌دار نبود (جدول ۲). بدین مفهوم که این دو تیمار از نظر تاثیری که بر این صفت داشتند به صورت مستقل از هم عمل کرده‌اند. بطوریکه در شرایط شاهد و سمیت کروم، بالاترین شاخص برداشت از محلول پاشی سه مرحله‌ای عصاره جلبک دریایی و به ترتیب با میزان ۳۳/۶۰ و ۱۹/۶۴ درصد حاصل شد (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این تحقیق، تنش کروم (۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) نسبت به تیمار شاهد صفات تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، زیست توده و شاخص برداشت لوبیا چشم بلبلی را کاهش داد. از طرف دیگر کاربرد عصاره جلبک دریایی منجر به بهبود صفات فوق تحت تنش کروم گردید. محلول‌پاشی سه مرحله ای عصاره

جلبک دریایی در هر دو شرایط عدم تنش و تنش کروم موثرتر از سایر تیمارها بود. لذا این تیمار را می‌توان به‌عنوان روشی مفید در کاهش سمیت کروم در لوبیا چشم بلبلی توصیه کرد.

منابع

برومند جزی، ش.، م. رنجبر، ح. لاری یزدی، و خ. استکی. ۱۳۹۱. اثر اسید سالیسیلیک بر واکنش کلزا به سرب در شرایط کشت هیدروپونیک. یافته های نوین کشاورزی. ۶ (۴): ۲۸۱-۲۹۴.

پورسجاد، ن. و م. آباد خواه.۱۳۹۲. بررسی کارایی محلول پاشی مواد محرک رشد و کودهای نانو بر صفات رویشی و عملکرد آفتابگردان آجیلی. پژوهش در علوم زراعی. ۶(۲۱): ۶۳-۷۲

توکلی، م.، ع. چهرگانی راد، ح. لاری یزدی، ع. پاکدل. ۱۳۹۰. مطالعه اثر غلظت های مختلف سرب و سالیسیلیک اسید بر برخی شاخص های رشد گیاه بادمجان. زیست شناسی گیاهی. ۳ (۷): ۴۰-۲۹.

جوانمردی، ج. و ح. آزادی. ۱۳۹۱. اثر محلول‌پاشی با عصاره جلبک‌دریایی بر رشد، عملکرد و ویژگی های کیفی گوجه فرنگی گیلاسی. مجله علوم و فنون باغبانی. ۱۳ (۳): ۲۹۰-۲۸۳.

حق پرست، م.، س. ملکی فراهانی، ج. مسعود سینکی، و ق. زارعی. ۱۳۹۱. کاهش آثار منفی تنش خشکی در نخود با کاربرد اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی. تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش های محیطی : ۴(۱): ۳۹۰۵۷.

سیبی، م، و م. میرزاخانی. ۱۳۹۱. بررسی شاخص برداشت نخود تحت تاثیر مصرف اسید سالیسیلیک ، عصاره جلبک دریایی و اسید هیومیک. چکیده مقالات دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه آزاد اسلامی‌کرج. شهریور ماه. ۱۴-۱۶.

کشته گر ، م.، ا. صفی پورافشار، و ف. سعید نعمت پور. ۱۳۹۳. اثرات فلزات سنگین مس و سرب بر برخی صفات رشدی، میزان پرولین و پراکسیداسون لیپیدی در دو رقم ماش. نشریه علمی - پژوهشی اکوفیزولوژی گیاهان زراعی. ۸ (۰۳): ۳۶۳-۳۷۴.

Bishnoi, N.R., A. Dua, V.K. Gupta, and S.K. Sawhney. 1993. Effect of chromium on seed germination, seedling growth and yield of peas. Agriculture, ecosystems & environment. 47(1): 47-57.

Blunden, G. and S.M. Gordon. 1986. Betaines and their sulphono analogues in marine algae. In: Round FE, Chapman DJ (eds) Progress in phycological research, vol 4. Biopress Ltd, Bristol. pp 39–80.

Golovatyj, S.E., E.N. Bogatyreva and *et al*. 1999 Effect of levels of Cr content in a soil on its distribution in organs of corn plants. Soil Res. Fert. 197 – 204.

Hara, T. and Y. Sonoda, Y. 1979. The role of macronutrients for cabbage-head formation (preliminary report) Growth performance of a cabbage plant, and potassium nutrition in the plant. Soil science and plant nutrition, 25(1):103-111.

Khan,W., U. Rayirath, S. Subramanian, M. Jithesh, P. Rayorath, M. Hodges, A. Critchley, J. Craigie, J. Norrie, and B. Prithiviraj. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. Journal of Plant Growth Regulation. 28 (4): 386-399.

Manaf H.H .2016. Beneficial effects of exogenous selenium, glycine betaine and seaweed extract on salt stressed cowpea plant. Annals of Agricultural Science. 61(1): 41-48.

Nagajyoti, P.C., K.D. Lee, and T.V.M. Sreekanth. 2010. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. Environ. Chem. Lett. 8: 199-216.

Ndiso JB, G.N. Cheminingwa, F.M. Olubayo, and H.M. Saha. 2016. Effect of drought stress on canopy temperature, growth and yield performance of cowpea varieties. International Journal of Plant and Soil Science. 9(3):1-12.

Shukla, P.S., K. Shotton, E. Norman, W. Neily, A.T. Critchley, B. Prithiviraj. 2018. Seaweed extract improve drought tolerance of soybean by regulating stress-response genes. 10(1): plx051.

Silva, R.G.G, I.M. Vasconcelos, T.F. Martins, A.L.N. Varela, P.F.N. Souza, A.K.M. Lobo, F.D.A. Silva, J.A.G. Silveira, J.T.A. Oliveira. 2016. Drought increases cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) susceptibility to cowpea severe mosaic virus (CPSMV) at early stage of infection. Plant Physiology and Biochemistry 109: 91-102.

Singh, H.P., P. Mahajan, S. Kaur, D.R Batish, D.R, and Kohli, R.K. 2013. Chromium toxicity and tolerance in plants. Environmental Chemistry Letters. 11(3): 229-254.

Stambulska, U.Y., M.M. Bayliak, and V.I. Lushchak. 2018. Chromium (VI) toxicity in legume plants: modulation effects of rhizobial symbiosis. BioMed research international. 3: 1-13.

Rathore, S. S., D.R. Chaudhary, G.N. Boricha, A. Ghosh, B.P. Bhatt, S.T. Zodape, and J.S. Patolia. 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.

Sadeghipour, O. 2015. Alleviatiot of lead toxicity by titric oxide it cowpea (Vigta utguiculata L. Walp). Ittertatiotal Jourtal of Bioscietces, 6: 58-65.

Salma, L, E.M. Aymen, S. Maher, A. Hassen, H. Chérif, C. Halima, M. Mounir, and E. Mimoun . 2014. Effect of seaweed extract of Sargassum vulgare on germination behavior of two bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L) under salt stress. Journal of Agriculture and Veterinary Science. 7(2): 116-120.

Shams, K.M., G. Tichy, A. Fischer, M. Sager, T. Peer, A. Bashar, and K. Filip. 2010. Aspects of phytoremediation for chromium contaminated sites using common plants Urtica dioica, Brassica napus and Zea mays. Plant and soil. 328(1-2):175-189.

yield and content of nitrogenous compounds. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A. 73(17-18):1274-1282.

Vajpayee, P., U.N. Rai, M.B. Ali, R.D. Tripathi, V. Yadav, S. Sinha, and S.N. Singh. 2001. Chromium-induced physiologic changes in Vallisneria spiralis L. and its role in phytoremediation of tannery effluent. Bulletin of Environmental Contamination and toxicology. 67(2): 246-256.

Wyszkowski, M. and M. Radziemska. 2010. Effects of chromium (III and VI) on spring barley and maize biomass

Zodape, S. T., A. Gupta, S.C. Bhandari, U.S. Rawat, D.R. Chaudhary, K. Eswaran, and J. Chikara. 2011. Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato. Journal of scientific & industrial research. 70: 215-219.

Effect of seaweed extract application on reducing chromium toxicity in cowpea (*Vigna unguiculata* L.)

K. Esmaeeli[1], O. Sadeghipour[2*], R. Monem[2]

1. M.Sc. Graduate, Department of Agronomy, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Agronomy, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

In order to investigate the effect of seaweed extract application on the reduction of toxicity due to heavy metal chromium (Cr) stress in cowpea (cv. Kamran), a pot experiment was conducted in Shahre rey region in summer 2019. The research was a factorial experiment at the basis of completely randomized design with 8 treatments and 3 replications. In this experiment, the first factor was Cr stress at two levels including concentrations of 0 and 50 mg/kg of Cr from potassium dichromate source ($K_2Cr_2O_7$) and the second factor was the application of seaweed extract *(Ascophyllum nodosum)* at four levels including no application, pre-treatment for 12 hours, two and three stages foliar application at the concentration of 7 mL/L. According to the results of this study, Cr stress (50 mg/kg) reduced number of pods per plant, number of seeds per pod, 100 seed weight, grain yield, biomass and harvest index. On the other hand, application of seaweed extract improved the above traits under Cr stress. In this study, the highest seed yield per plant (38.58 g) was obtained from control treatment with three-stage foliar application of seaweed extract and the lowest grain yield per plant (7.64 g) was recorded in Cr stress conditions with no application of seaweed extract. In other words, three-stage foliar application of seaweed extract increased grain yield by 90 and 94% in both non-stress and Cr stress conditions, respectively. Therefore, based on these findings, three-stage foliar application of seaweed extract can be used to improve growth and yield of cowpea under non-stress and Cr stress conditions.

Key words: Chromium toxicity, Cowpea Grain, Seaweed extract, Yield

* Corresponding author (sadeghipour@iausr.ac.ir)