نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال سیزدهم، شماره ۵۲، زمستان ۱۳۹۷ / صفحات: ۶۶-۵۶

بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی (*Ascophyllum nodosum*) بر رشد، عملکرد و صفات بیوشیمیایی کدوی تلخ (*Momordica charantia* L.)

محمدحسین امینی‌فرد[1]*، سکینه خندان[2]

[1] گروه آموزشی علوم باغبانی و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

[2]گروه علوم باغبانی، گرایش فیزیولوژی گیاهان دارویی، ادویه‌ای و عطری. دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/٤/۱۰ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۹/۱۷

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی عصاره جلبک بر رشد، عملکرد و صفات بیوشیمیایی گیاه کدوی تلخ (کارلا)، آزمایشی در سال ۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بیرجند اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار غلظت عصاره جلبک (۰، ۱,۵، ۳ و ٤,۵ میلی‌لیتر بر لیتر) در طی سه مرحله محلول پاشی (قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان تشکیل میوه) بودند. نتایج نشان داد که اثر عصاره جلبک بر اجزا برگ معنی‌دار بود، بطوریکه با افزایش غلظت تیمار، وزن تر و خشک و سطح برگ افزایش یافت. عصاره جلبک علاوه بر اجزا برگ، بر رنگیزه‌های آن (کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید) نیز تاثیر گذار بود. بیشترین میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید به‌ترتیب ٤/۷۷، ۵/٦٦، ۱۱/۰۳، ۲/۵۲ میلی‌گرم برگرم وزن تر برگ در تیمار ٤/۵ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک و کمترین میزان این صفات در شاهد مشاهده شد. همچنین نتایج، نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار عصاره جلبک برصفات کمی بوته بود، به‌طوری که بیشترین طول بوته و تعداد شاخه‌های جانبی در بالاترین غلظت عصاره جلبک و کمترین آنها در شاهد بدست آمد. عصاره جلبک اجزا عملکرد (وزن، طول و قطر میوه، تعداد میوه در بوته وعملکرد محصول) و صفات بیوشیمایی میوه (فعالیت آنتی‌اکسیدان و فنل کل) را نیز تحت تاثیر خود قرار داد، بطوریکه بیشترین عملکرد محصول(٤۵۲٦ کیلوگرم در هکتار)، میزان فنول کل (۸/۷٤ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم ماده خشک) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٦۹/٦ درصد) در غلظت عصاره جلبک (٤/۵ میلی‌لیتر بر لیتر) حاصل شد. بر اساس نتایج این آزمایش، به نظر می‌رسد، استفاده از غلظت ٤/۵ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک، می‌تواند نقش موثری بر صفات کمی و کیفی گیاه کدوی تلخ داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد کیفی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کارلا، میزان کلروفیل.

مقدمه

کدوی تلخ یا کارلا با نام علمی *Momordica charantia* L. گیاهی علفی، یکساله، خزنده، بالا رونده و پر شاخ و برگ متعلق به خانوادهٔ کدوئیان (Cucurbitaceae)، بومی آسیا می‌باشد که از زمان‌های قدیم در طب سنتی استفاده می‌شود (Crisan et al., 2008) و کشت آن عمدتاً در شرق آفریقا، آسیا و آمریکای جنوبی رایج است. امروزه انواعی از ارقام وحشی و اهلی آن در مناطق گرمسیری پراکنده شده است. تاکنون هیچ منبعی در مورد وجود آن در ایران ارائه نشده است. اما اخیراً تولید آن در مناطق گرمسیری کشور همانند سیستان و بلوچستان،

*نویسنده مسئول: mh.aminifard@birjand.ac.ir

هرمزگان و بوشهر تا حدی رواج یافته است (Heidari and Mobasri-Moghadam, 2012). کارانتین، انسولین، کوکوربوتانوئیدها، موموردسین و لینولئیک اسیدها از جمله مواد موجود در کدوی تلخ می‌باشند (Harinantenaina et al., 2006). کلیه اندام‌های گیاه از قبیل ریشه، ساقه، برگ و میوه مصرف دارویی داشته و به دلیل داشتن آلکالوئید موموردیسین تلخ مزه می‌باشند. میوه‌های این گیاه همچنین غنی از ویتامین A، ویتامین C و آهن بوده و سرشار از پلی‌پپتید، انسولین و کارانتین می‌باشد که در کاهش قند خون موثرند (Tori-Hudson, 2007). از میوه‌های رسیده این گیاه برای درمان دیابت نوع ۱ و۲ استفاده می‌شود بطوری‌که ترکیبات شبه‌انسولین موجود در دانه و میوه گیاه کارلا در درمان دیابت نوع ۱ و۲ تاثیر دارد (Choudhary et al., 2012). همچنین میوه کارلا دارای خاصیت ضدسرطانی، به‌ویژه سرطان خون است (Tori-Hudson, 2007). در نظام‌های کشاورزی پایدار، هر گونه بهبود در نظام‌های کشاورزی باید منجر به افزایش تولید و کاهش اثر مخرب زیست محیطی شود که در نهایت موجب افزایش پایداری نظام‌ها می‌گردد. یکی از این روش‌ها، استفاده از محرک‌های بیولوژیک می‌باشد که می‌تواند اثر کودهای معدنی را افزایش دهد. در سال‌های اخیر استفاده از عصاره جلبک دریایی با توجه به توانایی‌های آن برای استفاده در کشاورزی ارگانیک و پایدار محبوبیت خاصی به‌دست آورده است (Roth and Goyne, 2004). بر خلاف کودهای شیمیایی، عصاره به دست آمده از جلبک دریایی از تخریب محیط زیست جلوگیری نموده، غیرسمی بوده و آلودگی خطرناک برای انسان، حیوانات و پرندگان ایجاد نمی‌کند (Del Poso et al., 2007). مواد فعال زیستی استخراج شده از جلبک دریایی در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات مختلف گزارش شده است. عصاره‌های مایع به دست آمده از جلبک دریایی به تازگی به عنوان محلول‌پاشی برگی برای بسیاری از محصولات از جمله انواع چمن، غلات، حبوبات، گل‌ها و گونه‌های گیاهی اهمیت پیدا کرده است (Thambiraj et al., 2012). جلبک‌های دریایی به علت دارا بودن عناصر مغذی مانند ازت، فسفر، پتاسیم و برخی از عناصر کم‌مصرف مورد نیاز گیاهان و همچنین موادی از قبیل شبه‌هورمون‌های رشد مانند سیتوکنین، اکسین و آبسزیک اسید، آلجنیک اسید، بتائین، الیگوساکاریدها، اسیدهای آمینه، استرول در بسیاری از مناطق ساحلی به عنوان کود ارگانیک مورد استفاده قرار می‌گیرند (Thambiraj et al., 2012). تحقیقات نشان داده است که کارایی فرآورده‌های حاصل از جلبک‌های دریائی به طور گسترده‌ای در کشاورزی مورد استقبال قرار گرفته است. به‌عنوان مثال می‌توان به برخی از اثرات مصرف عصاره جلبک (قهوه‌ای از جنس *Ascophyllum*) مانند افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ، رشد گیاه، توسعه بهتر ریشه و افزایش جذب آب و املاح معدنی، تسریع زمان گلدهی و افزایش تشکیل میوه، تاخیر در پیری و ایجاد مقاومت بیشتر در برابر استرس‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری و درجه حرارت، افزایش مقاومت گیاهان در برابر آفات و بیماری‌ها و افزایش کمیت و کیفیت میوه اشاره نمود (Sunarpi et al., 2010; Shokouhifar, 2016). با توجه به مطالب ذکر شده و کمبود اطلاعات در خصوص اثر عصاره جلبک دریایی بر ویژگی‌های رشد و نمو گیاه دارویی کدوی تلخ (کارلا)، هدف این آزمایش، بررسی برخی صفات کمی و کیفی گیاه کارلا تحت اثر محلول پاشی عصاره جلبک دریایی (*Ascophyllum nodosum*) بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه

دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجراشد. تیمارهای آزمایش شامل چهار غلظت عصاره جلبک (صفر، ۱/۵، ۳ و ٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر) بودند. قبل از کشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد (جدول ۱). زمین آزمایشی با استفاده از گچ، خط کشی و بعد نهرها ایجاد شدند. واحدهای آزمایشی شامل دو ردیف جوی به طول چهار متر، فاصله بین ردیف‌ها سه متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف ۹۰ سانتی‌متر و فاصله دو کرت مجاور ۱/۵ متر و در مجموع ۲۰ بوته در هر کرت به صورت نم‌کاری کشت شد. عمق کاشت بذرها ۳ سانتی‌متر بود و در هر گوده چهار بذر کشت شد. زمان کاشت بذرها، اواسط اردیبهشت ۱۳۹۵ بود. بذرها پس از ۷ تا ۱۰ روز سبز شدند و پس از چند روز عملیات واکاری انجام شد و پس از تقریباً ۲۰ روز عمل تنک بوته‌ها انجام شد و در هر محل یک بوته نگه داشته شد. در این پژوهش، کود عصاره جلبک دریایی (*Ascophyllum nodosum*) با نام تجاری تکامین آلگا (ساخت شرکت اگری‌تکنو از کشور اسپانیا) بصورت مایع (حاوی ١٦ درصد عصاره جلبک، ۷ درصد ماده آلی و ۲,۵ درصد پتاسیم) مورد استفاده قرار گرفت. محلول‌پاشی عصاره جلبک بر اساس غلظتهای مختلف در سه نوبت قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان تشکیل میوه بر گیاهان اعمال شد. آبیاری به طور مرتب هر هفت روز در طی دوره رشد گیاه انجام شد. همچنین وجین علف‌های هرز و سله‌شکنی در چند مرحله انجام شد. پس از اعمال آخرین تیمار و شروع باردهی گیاهان، چهار بوته از وسط هر کرت انتخاب و برداشت میوه در طی فصل رشد در چند چین انجام شد. در نهایت میوه‌های برداشت شده از هر بوته توزین و میزان عملکرد در بوته و هکتار محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری طول و قطر میوه‌ها از کولیس و خط کش استفاده شد. در مرحله باردهی گیاهان، نمونه‌های برگ و میوه تهیه شد. اندازه‌گیری مقادیر کلروفیل a، b، کلروفیل کل از روش Arnon (١٩٧٦) انجام گرفت. جهت تعیین میزان مهار رادیکال آزاد میوه از روش اندازه‌گیری کاهش ظرفیت رادیکالی و با کمک ۲،۲-دی‌فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده گردید (Turkmen et al., 2005). برای اندازه‌گیری محتوی فنول میوه کدوی تلخ از روش گالیک اسید و معرف فولین سیوکالتو استفاده شد (Sharifi et al., 2015).

جدول ۱: خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروژن کل (٪)	پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	pH	مواد آلی (٪)
لومی	۳/۱	۰/۰٦	۲۲۰	۲۰	۷/۷٦	۰/۰٦۸

نتایج

صفات رویشی گیاه: نتایج ارائه شده حاکی از تأثیر معنی‌دار عصاره جلبک دریایی بر طول بوته و تعداد شاخه‌های جانبی بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیشترین طول بوته (٤۳۲/۰ سانتی متر) و تعداد شاخه‌های جانبی (۱۲ عدد) از غلظت ٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک به دست آمد که تفاوت آماری معنی‌داری با سایر غلظت‌های عصاره داشت (جدول ۳). همچنین در جدول آنالیز واریانس (جدول ۲) سطح برگ تحت تاثیر معنی‌دار عصاره جلبک قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، که در بالاترین غلظت عصاره جلبک (٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر)، بیشترین سطح برگ (٥٤/۳ سانتی‌متر مربع) مشاهده شد که در مقایسه با شاهد ۱۹/٥ درصد افزایش داشته

است (جدول ۳). همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد، که وزن تر و خشک برگ در این آزمایش تحت تاثیر معنی‌دار عصاره جلبک قرار گرفتند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین وزن تر (۱/۰۹ گرم) و وزن خشک برگ (۰/۱۹۱ گرم) در بالاترین غلظت محلول‌پاشی (٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر) عصاره جلبک به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات کمی برگ کدوی تلخ (کارلا) تحت تاثیر عصاره جلبک

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	سطح برگ	طول بوته	تعداد شاخه‌های جانبی	تعداد میوه در بوته
بلوک	۲	۰/۰۰۱۸۱ ns	۰/۰۰۰۰۶ ns	٤/۳٦ ns	۲٤۲۲/۳۳*	٥/۰۸*	٦/٥۸*
عصاره جلبک	۳	۰/۰٤۷**	۰/۰۰۱۳**	٤۹/٦٦**	٥٦۹٤/٤٤**	۱۰/۰۸**	۲۲/۷٥**
خطا	٦	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۰۰٥٦	۲/٤۲	۲۹۰/۱۱	۰/۷٥	۱/۹۱
ضریب تغییرات		٦/۱٦	٤/٤٥	۳/۲۰	٤/٤۳	۹/۰۳	۱۰/۳۱

ns، ** و *به‌ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

جدول ۳: جدول مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک بر صفات کمی برگ کدوی تلخ (کارلا)

عصاره جلبک (ml. L)	وزن تر برگ (gr)	وزن خشک برگ (gr)	سطح برگ (cm^2)	طول بوته (cm)	تعداد شاخه‌های جانبی	تعداد میوه در بوته
۰	۰/۸۱ c	۰/۱٤۲c	٤٥/٤۳ c	۳۳۰/۳۳c	۸/۰۰ c	۱۰/٦٦c
۱/٥	۰/۸٦bc	۰/۱٦۲b	٤٦/۰۰bc	۳۷۰/۳۳b	۸/۳۳bc	۱۲/۰۰bc
۳	۰/۹۷b	۰/۱۷٦ab	٤۸/٦٦ b	٤۲۰/۰۰ ab	۱۰/۰۰b	۱٤/۰۰b
٤/٥	۱/۰۹a	۰/۱۹۱a	٥٤/۳۳ a	٤۳۲/۰۰ a	۱۲/۰۰a	۱۷/۰۰a

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند

رنگیزه‌های برگ (کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید): طبق نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ٤) ویژگی‌های کیفی برگ در غلظت‌های مختلف عصاره جلبک تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت ($P\leq$۰/۰۱) (بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین میزان کلروفیل a (٤/۷۷ میلی‌گرم برگرم وزن تر برگ)، کلروفیل b (٥/٦٦ میلی‌گرم برگرم وزن تر برگ) و کلروفیل کل (۱۱/۰۳ میلی‌گرم برگرم وزن تر برگ)، از غلظت ٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک حاصل شد (جدول ٥). همچنین غلظت‌های مختلف عصاره جلبک، میزان کارتنوئید کدو تلخ را تحت تاثیر قرار گرفت که در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). کارتنوئید با غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دچار تغییراتی شد، به‌طوری که با افزایش مصرف آن میزان کارتنوئید نیز روندی افزایشی داشت. نتایج نشان داد که بالاترین میزان کارتنوئید (۲/٥۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) در غلظت ٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک بود (جدول ٥).

جدول ٤: تجزیه واریانس صفات کیفی برگ و میوه کدوی تلخ (کارلا) تحت تاثیر عصاره جلبک

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیلa برگ	کلروفیلb برگ	کلروفیل کل برگ	کارتنوئید برگ	فنول میوه	فعالیت آنتی اکسیدانی میوه
بلوک	٢	٠/١٢^{ns}	٠/٦٦ *	٠/٢٣^{ns}	٠/٠٢٤^{ns}	٠/ ٢٦^{ns}	١٧/٩٥^{ns}
عصاره جلبک	٣	١/٧٢**	١/٤٢**	٤/٦٧**	٠/٥٣**	١/١٩**	١٠٠/٣٩**
خطا	٦	٠/١٥٢	٠/٠٦٧	٠/٤٦	٠/٠٣١	٠/٠٨٤	٤/٤٢
ضریب تغییرات		١٠/٣٩	٥/٤٨	٧/٠٢	٨/٧٦	٣/٦٨	٣/٣٧

ns، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

جدول ٥: مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک بر صفات کیفی برگ و میوه کدوی تلخ (کارلا)

عصاره جلبک (ml. L)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}f.w$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}f.w$)	کلروفیل کل ($mg.g^{-1}f.w$)	کارتنوئید ($mg.g^{-1}f.w$)	فنول میوه (mg GAE/100g)	فعالیت آنتی اکسیدانی میوه (%)
٠	٣/٠٣c	٤/١٠c	٨/١٠c	١/٥٢c	٧/٢٧c	٥٦/٠٦c
١/٥	٣/٣٦bc	٤/٣٤bc	٩/٥١b	١/٨٦bc	٧/٦٠bc	٥٩/٨٩bc
٣	٣/٨٤b	٤/٨٥b	١٠/٢٦ab	٢/١٤b	٧/٩٥b	٦٣/٣٦b
٤/٥	٤/٧٧a	٥/٦٦a	١١/٠٣a	٢/٥٢a	٨/٧٤a	٦٩/٦٨a

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ١ و ٥ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند

صفات بیوشیمیایی میوه (میزان فنول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی): نتایج آماری حاصل از تجزیه واریانس (جدول٤)، بیانگر اثر معنی‌دار غلظت عصاره جلبک در میزان فنول میوه کارلا نسبت به تیمار شاهد بود (P≤٠/٠١). (نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، که بیشترین میزان فنول (٨/٧٤ میلی‌گرم گالیک اسید در ١٠٠ گرم ماده خشک) در تیمار ٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک حاصل شد که در مقایسه با سایر غلظت‌ها افزایش داشت و کمترین میزان این صفت (٧/٢٧ میلی‌گرم گالیک اسید در ١٠٠ گرم ماده خشک) مربوط به غلظت شاهد بود (جدول٥). نتایج تجزیه واریانس فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه نشان داد که بین غلظت‌های مختلف عصاره جلبک در این صفت تفاوت آماری معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد(جدول٤). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، که بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٦٩/٦٨ درصد) در تیمار ٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک به دست آمد، که ١/٢ برابر غلظت شاهد بود (جدول ٥).

صفات کمی میوه: نتایج تجزیه واریانس (٦) وزن تر و خشک میوه نشان داد، که بین غلظت‌های عصاره جلبک در این صفات تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد (P≤٠/٠١). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، که بیشترین وزن تر میوه رسیده (١٢٣/٦٦ گرم) و وزن خشک میوه رسیده (٨/١٦ گرم) در غلظت ٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک به‌دست آمد (جدول ٧). همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول ٦) این صفات حاکی از آن است که طول و قطر میوه رسیده تحت تاثیر معنی‌دارغلظت عصاره جلبک قرار گرفت (P≤٠/٠١). با افزایش غلظت عصاره جلبک طول و قطر میوه رسیده نیز افزایش یافت. بیشترین طول میوه رسیده (٢٠/٧٣ سانتی‌متر) و قطر آن (٦٤/٤٣ میلی‌متر) مربوط به تیمار ٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک بود (جدول ٧). همچنین وزن هزار دانه و تعداد دانه در میوه تحت تاثیر مصرف عصاره جلبک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول ٦). غلظت‌های مختلف عصاره جلبک این دو صفت را تحت تاثیر

قرار داد، به‌طوری که با افزایش غلظت عصاره، وزن هزار دانه و تعداد دانه در میوه نیز افزایش یافت. بیشترین وزن هزار دانه (۱۸۲/۱۳ گرم) و تعداد دانه در میوه کارلا (۱۷ عدد) از تیمار ٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک به‌دست آمد (جدول ۷).

عملکرد و تعداد میوه در بوته: بر اساس نتایج (جدول ٦) عملکرد محصول در سطح یک درصد تحت تاثیر معنی‌دار عصاره جلبک قرار گرفت و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت، به طوری‌که، بیشترین عملکرد محصول (٤٥٢٦/٣ کیلوگرم در هکتار) در غلظت ٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک به دست آمد که در مقایسه با سایر غلظت‌ها افزایش داشت و کمترین میزان این صفت (۲۷۱۹/۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به شاهد (عدم استفاده از عصاره جلبک) بود (جدول ۷). همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تاثیر عصاره جلبک در سطح یک درصد بر تعداد میوه در بوته معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، که با محلول‌پاشی عصاره، تعداد میوه در بوته نسبت به شاهد افزایش داشت. به‌طوری که بیشترین تعداد میوه در بوته (۱۷ عدد) مربوط به غلظت عصاره جلبک (٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر) بود (جدول ۳).

جدول ٦: تجزیه واریانس صفات کمی میوه رسیده کدوی تلخ (کارلا) تحت تاثیر عصاره جلبک

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر میوه	وزن خشک میوه	طول میوه	قطر میوه	عملکرد محصول	وزن هزار دانه	تعداد دانه در میوه
بلوک	۲	٤/۹۰^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱/٤٦^{ns}	٦/۰٦^{ns}	۱۱۷۳۹۱۲/٥*	۲۷/۹۳^{ns}	۳/۲٥^{ns}
عصاره‌جلبک	۳	٤۳۸/٤۱**	۱/٤۹**	۱۰/۰٦**	۱۲٦/۸٤**	۱۸۲۹٥۳۸/۷۸**	۱۹٥/۳۱**	۲۱/٦۳**
خطا	٦	۲۳/۳۲	۰/۰٦٦	۰/۳٦	٦/۳٦	۱٥۸۲۰۹/٦۲	۱۸/۹٤	۱/۸۰
ضریب تغییرات		٤/٤٤	۳/٥٦	۳/۲۱	٤/٤۰	۱۱/۲٥	۲/٥۱	۹/۷۷

ns، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

جدول ۷: مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک بر ویژگی‌های کمی میوه رسیده کارلا

عصاره جلبک (ml. L)	وزن تر میوه رسیده (gr)	وزن خشک میوه رسیده (gr)	طول میوه رسیده(cm)	قطر میوه رسیده (mm)	عملکرد محصول (kg.ha)	وزن هزار دانه (gr)	تعداد دانه در میوه
۰	۹٥/٤٦c	٦/٥۰c	۱٦/٤۳c	٤۹/۱٦c	۲۷۱۹/۷c	۱٦۲/۸۰c	۱۱/۰۰c
۱/٥	۱۰۳/٤۳bc	٦/۹٦bc	۱۸/۳٦ b	٥٥/٥۰b	۳۱٥٥/٦bc	۱۷۱/٦٦b	۱۲/٦٦bc
۳	۱۱۲/۱۰b	۷/۳٦b	۱۹/٥۳ab	٥۹/۸٦ab	۳۷۳۰/٥b	۱۷٥/٤٦ab	۱٤/۰۰b
٤/٥	۱۲۳/٦٦a	۸/۱٦a	۲۰/۷۳a	٦٤/٤۳a	٤٥۲٦/۳a	۱۸۲/۱۳a	۱۷/۳۳a

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ٥ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند

بحث

همانطور که نتایج نشان داد عصاره جلبک بر وزن تر و خشک برگ موثر بود (جدول ۲). در این خصوص Chapman و همکاران (۱۹۸۰) عنوان نمودند، ترکیبات هورمونی و برخی عناصر ماکرو، میکرو و مواد تنظیم‌کننده رشد مانند جیبرلین، اکسین‌ها و سیتوکنین‌ها و آمینواسیدها، پلی ساکاریدها و بتائین‌ها در عصاره جلبک دریایی در طویل شدن سلولی، رشد برگ، افزایش طول میان‌گره‌ها، کاهش اثر برخی آفات و بیماری‌های گیاهی موثر می‌باشد. از این رو استفاده از

عصاره جلبک دریایی به علت وجود هورمون‌های رشد و اثر آنها بر روند جذب و حرکت مواد مغذی در گیاه موجب افزایش غلظت مواد مغذی در برگ شده که در نهایت موجب افزایش وزن گیاه خواهد شد (Sunarpi et al., 2010).

مشابه نتایج این آزمایش، محلول‌پاشی با عصاره جلبک بیشترین وزن خشک برگ را در گوجه فرنگی به خود اختصاص داد، در حالی که تیمار شاهد نسبت به بقیه تیمارها وزن خشک کمتری را نشان داد (Boroumand et al., 2015). سطح برگ کارلا به عصاره جلبک نیز واکنش مثبتی از خود نشان داد (جدول ۲). نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج Boroumand و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد، آنها بیان داشتند، محلول‌پاشی با کود حاوی عصاره جلبک (مارمارین) در مرحله یک ماه پس از نشاء و برداشت دوم بر سطح برگ گوجه‌فرنگی معنی دار شد به‌طوری که کمترین سطح برگ مربوط به تیمار شاهد بود. سطح برگ یکی از مهمترین پارامترهایی است که برای مطالعه رشد همانندسازی و بسیاری از فرایندهای زراعی و اکولوژیک از جمله فتوسنتز، تعرق و بیلان انرژی محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد و فتوسنتز و تعرق می‌توانند تابعی از شاخص سطح برگ باشند (Mahlouji and Efyoni, 2005). بررسی نتایج مربوط به تاثیر عصاره جلبک بر طول بوته و تعداد شاخه‌های جانبی کارلا حاکی از تاثیر معنی‌دار عصاره جلبک بر طول بوته و تعداد شاخه‌های جانبی آن بود (جدول ۲). مشابه این آزمایش، استفاده از عصاره جلبک دریایی موجب افزایش ارتفاع بوته، تعداد پنجه و وزن ساقه برنج شد (Sunarpi et al.,2010). در پژوهشی دیگر برخی محققین اثر بسیار معنی‌دار عصاره جلبک (*Ascophyllum nodosum*) بر صفاتی همچون ارتفاع گیاه، ارتفاع شاخه فرعی، تعداد شاخه جانبی در گیاه گلرنگ را گزارش کردند که بیشترین ارتفاع با میانگین۷۸ سانتی‌متر و بیشترین تعداد شاخه فرعی با میانگین۳/۵ عدد از تیمار مصرف ۲ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره در مرحله رویشی گیاه گلرنگ بدست آمد (Sibi et al., 2017). به نظر می‌رسد با افزایش غلظت مصرف عصاره جلبک و رشد و توسعه ریشه‌ها، گیاه می‌تواند از عناصر موجود در خاک بهتر استفاده نماید و در نتیجه موجب رشد اندام‌های هوایی گیاه و افزایش تعداد مریستم‌های آغازنده شاخه‌های فرعی نیز روی ساقه گیاه شود، این امر افزایش تعداد شاخه جانبی را نیز محقق می‌سازد. همانطور که مشاهده شد عصاره جلبک توانست تعداد میوه در بوته و عملکرد محصول در هکتار را تحت تاثیر خود قرار دهد (جدول٦). مطالعات مختلف علمی ثابت کرد که کارائی فرآورده‌های حاصل از جلبک‌های دریایی به‌طور گسترده‌ای باعث افزایش تولید محصول در واحد سطح گردیده است به طور مثال به برخی از اثرات مصرف عصاره جلبک‌مانند افزایش گلدهی و تشکیل میوه، تاخیر در پیری و افزایش کمیت و کیفیت میوه می‌توان اشاره نمود (Sunarpi et al., 2010). همسو با این پژوهش، Salamat Bakhsh و همکاران (۲۰۱۲) اثر محلول پاشی عصاره جلبک دریایی برافزایش بسیار محسوس عملکرد دانه در گیاه کرچک را گزارش نمودند. همچنین بر اساس مطالعات صورت گرفته، بیشترین عملکرد با کود آلی حاوی عصاره جلبک دریایی در گوجه‌فرنگی به مقدار ۳۸/۷ تن در هکتار و بیشترین تعداد میوه در برداشت دوم (٢٦ عدد) و کمترین عملکرد در تیمار شاهد بدست آمد (Boroumand et al., 2015). نتایج پژوهشگران بر گیاه گلرنگ نشان داد که عصاره جلبک در افزایش ماده خشک و عملکرد بیولوژیک کل موثر بود، بطوریکه مصرف۱/۵ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک نسبت به عدم مصرف آن باعث اختلاف ٥٤/٠٨ درصدی در عملکرد بیولوژیک کل شد (Sibi et al.,

2017). از اینرو استفاده از عصاره جلبک دریایی به علت وجود هورمون‌های رشد در آن و اثر آن‌ها بر روند جذب و حرکت مواد مغذی در گیاه موجب افزایش غلظت مواد مغذی در برگ شده که در نهایت موجب افزایش عملکرد و وزن گیاه خواهد شد (Sunarpi et al., 2010). لذا با توجه به نتایج پژوهش انجام شده عصاره جلبک جهت افزایش عملکرد توصیه می‌شود. نتایج این آزمایش نشان داد که عصاره جلبک تاثیر معنی‌داری در وزن تر و خشک میوه کارلا داشت (جدول ٦). ترکیبات هورمونی و مواد تنظیم‌کننده رشد مانند جیبرلین، اکسین‌ها و سیتوکنین‌ها در عصاره جلبک دریایی در ایجاد گل، افزایش اندازه میوه، کیفیت میوه، یک‌دست شدن میوه‌ها، موثر می‌باشد (Blunden et al., 1972). در مطالعه‌ای استفاده از کود مارمارین باعث شد که در دومین مرحله برداشت گوجه‌فرنگی بیشترین وزن تر میوه و در برداشت اول بیشترین وزن خشک میوه مربوط به تیمار عصاره جلبک بود، در حالی که کمترین وزن تر و خشک میوه مربوط به تیمار شاهد بود (Boroumand et al., 2015). طبق نتایج آزمایش (جدول٦) طول و قطر میوه رسیده کارلا تحت تاثیر عصاره جلبک قرار گرفت، به‌طوری که، کاربرد عصاره تا ٤/٥ میلی‌لیتر بر لیتر توانست طول و قطر میوه را افزایش دهد (جدول ۷). پژوهش صورت گرفته توسط Sibi و همکاران (۲۰۱۷) به نقش مثبت مصرف عصاره جلبک بر قطر غوزه اصلی گلرنگ اشاره داشت، به طوری که بیشترین قطر غوزه اصلی با میانگین ۲/۳ سانتی‌متر مربوط به تیمار مصرف دو میلی‌لیتر بر لیتر عصاره عصاره جلبک بود. همچنین بر اساس تحقیقات صورت گرفته مشخص شد، هرچه رشد ریشه‌های گیاه بهتر باشد جذب آب و املاح معدنی از خاک به اندام‌های هوایی بهتر صورت می گیرد، در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی از سمت اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی به خوبی انتقال می‌یابد و در نهایت موجب بزرگ شدن غوزه‌ها و افزایش قطر آن می‌شود که این امر با افزایش غلظت مصرف عصاره جلبک دریایی محقق می‌شود. در سایر مطالعات نیز بیان شده، کود مارمارین حاوی عصاره جلبک بیشترین تاثیر را در افزایش قطر بزرگ میوه گوجه‌فرنگی در مرحله شروع میوه‌دهی و قطر کوچک میوه در دومین مرحله از برداشت به خود اختصاص داد (Boroumand et al., 2015). همچنین عصاره جلبک بر وزن هزار دانه و تعداد دانه در میوه کارلا اثر معنی‌داری داشت که با افزایش غلظت عصاره هر دو صفت افزایش یافتند (جدول ۷). نتایج مشابهی که توسط محققین در گلرنگ گزارش شده است، بیانگر اثر معنی‌دار کودهای زیستی بر تعداد دانه در غوزه و وزن هزار دانه می‌باشد (Zafarian et al., 2012). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، عصاره جلبک بر رنگیزه‌های گیاه از قبیل کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید تاثیر معنی‌داری داشت به‌طوری که منجر به افزایش این رنگیزه‌ها در کارلا گردید (جدول ۵). بر اساس نتایج Sunarpi و همکاران (۲۰۱۰)، استفاده از عصاره جلبک دریایی به دلیل وجود آمینوبوتیرات، گلایسین‌بتائین و بتائین موجب تحریک فتوسنتز و تولید بهتر قند و نشاسته و در نهایت سبب افزایش میزان کلروفیل برگ و سبزینه گیاه می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. Spinelli و همکاران (۲۰۱۰) نیز به نقش مثبت عصاره جلبک دریایی در افزایش میزان کلروفیل و در نتیجه افزایش میزان آنتوسیانین در توت فرنگی اشاره داشتند. نتایج حاصل از این آزمایش (جدول ٤) نشان داد، عصاره جلبک تاثیر معنی‌داری بر میزان فنول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه کارلا داشت. مشابه این آزمایش، Soleimani و همکاران (۲۰۱٦) نشان دادند که عصاره موجود در جلبک دریایی و غلظت آنها، تاثیر معنی‌داری با احتمال ۹۵٪ بر روی درصد مهار

رادیکال آزاد DPPH داشتند. در این تحقیق برای بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان از روش DPPH استفاده شد. Zhang و همکاران (۲۰۱۱) بیان داشتند که، DPPH یک رادیکال آزاد پایدار است که به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان ابزاری جهت تخمین مهار رادیکال آزاد توسط ضداکسیدان‌ها به کار برده می‌شود. فیتوالکسین از ترکیبات مهم موجود در عصاره جلبک شناخته شده که می‌توان به آثار ضدسرطانی و آنتی‌اکسیدانی و نقش آنها در خنثی کردن رادیکال‌های آزاد اشاره کرد (Zodape et al., 2001). مطالعات نشان می‌دهد که پلی‌ساکاریدهای سولفاته در جلبک‌های دریایی قابلیت آنتی‌اکسیدانی قابل ملاحظه ای دارند. این ترکیبات باعث القاء پاسخ‌های دفاعی در گیاهان می‌شود. لامینارین موجود در عصاره جلبک دریایی به دلیل تحریک تولید تنظیم‌کننده مهم رشد و ترکیبات ضد قارچی فیتوالکسین و تولید آنزیم‌های هیدرولیزکننده مانند کیتیناز و گلوکاناز بر روی سیستم دفاعی گیاهان تاثیر مثبتی می‌گذارد که در این مورد می‌توان محافظت از گیاه را از نقش‌های مهم عصاره جلبک دریایی دانست (Cai et al., 2006). محققین بیان کردند که ماکروجلبک‌های دریایی (جلبک‌های قرمز، قهوه ای و سبز) نیز به عنوان منابع غنی از آنتی‌اکسیدان‌های مختلف مثل پلی‌فنول هستند که می‌توانند نقش مهمی در پیشگیری از اکسیداسیون به عمل آورند (Cho et al., 2011).

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی، نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از عصاره جلبک به‌عنوان یک نوع کود بیولوژیکی می‌تواند در بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه دارویی کدوی تلخ موثر باشد و در بین سطوح مصرفی، غلظت ٤/٥ لیتر در هکتار عصاره جلبک، بیشترین تاثیر را در افزایش صفات کمی و کیفی کدوی تلخ داشت. لذا به‌منظور تکمیل نتایج این آزمایش، پیشنهاد می‌شود تاثیر انواع و غلظتهای مختلف عصاره جلبک در طی پژوهش‌های چند ساله بر عملکرد کمی و کیفی کدوی تلخ بررسی شود.

References

Arnon, A.N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23:112-121.

Blunden, G. (1972). The effects of aqueous seaweed extract as a fertilizer additive, The Seventh International Seaweed Symposium, Tokyo University Press, Japan, 584-589.

Boroumand, Z., Hatami, H. and Tukloo, M. (2015). The effect of spraying of food elements and seaweed extract on some traits vegetative and tomato performance. Second National Conference on the Application of Modern Science and Technology in Agriculture, Natural Resources and the Environment, 3-18.

Cai, Y.Z., Sun, M., Xing, J., Luo, Q. and Corke, H. (2006). Structure-radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. Life Science, 28:72-88.

Chapman, V.J. and Chapman, D. J. (1980). Seaweeds and their uses. 3rd ed. Chapman and Hall, London, 334 pp.

Cho, M., Lee, H.S., Kang, I.J., Won, M.H. and You, S. (2011). Antioxidant properties of extract and fractions from *Enteromorpha prolifera*, a type of green seaweed. Food Chemistry, 127: 999-1006.

Choudhary, S., Chhabra, G., Sharma, D., Vashishta, A., Ohri, S. and Dixit, A. (2012). Comprehensive evaluation of anti hyperglycemic activity of fractionated *Momordica charantia* seed extract in alloxan-induced diabetic rats. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2012:10.

Choulwar, S.B., Dhutmal, R.R., Madrapa, I.A. and Joshi, B.M. (2005). Genetic variability for yield and yield related traits in F2 population of safflower. Journal of Maharashtra Agriculture Universities, 30: 114-116.

Crisan, S., Campeanu, G. and Halmagean, L. (2008). Study of *Momordica charantia* L. species grown on the specific conditions of Romania's western part. Journal of Vegetable Growing, 32: 425-428.

Del Poso, A., Perez, P., Gutierrez, D., Alonso, A., Morcuende, R. and Martinez-Carrasco, R. (2007). Gas exchange acclimation to elevated CO_2 in upper-sunlit and lower-shaded canopy leaves in relation to nitrogen acquisition and partitioning in wheat grown in field chambers. Environmental and Experimental Botany, 53: 371-380.

Harinantenaina, L., Tanaka, M. and Takaoka, S. (2006). *Momordica charantia* constituents and antidiabetic screening of the isolated major compounds. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 54: 1017-1021.

Heidari, M. and Mobasri-Moghadam, M. (2012). Effect of rate and time of nitrogen application on fruit yield and accumulation of nutrient elements in *Momordica charantia*. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 11: 129-133.

Karimi, A., Tajbakhsh, M., Amirniya, R. and Eivazi, A. (2013). The effect of some plant growth inducers on yield and yield components of Corn. Journal of Plant Production Research, 20(2):161-177.

Kingman, A.R. and Moore. J. (1982). Isolation, purification and quantification of several growth regulating substance in *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyceae). Botanica Marina, 25: 149-153.

Mahlouji, M. and efyoni, D. (2005). Study of growth and yield analysis of barley genotypes. Research and Development in Agriculture and Horticulture, 63: 2-14.

Mamelona, J., Pelletier, E., Girard-Lalancette, K., Legault, J., Karboune, S., and Kermasha, S. (2011). Antioxidants in digestive tracts and gonads of green urchin (Strongylocentrotus droebachiensis). Food Biochemistry, 24: 179–183.

Roth, G., and Goyne, P. (2004). Measuring plant water status. Section 3: Irrigation management of cotton, 164pp.

Salamat Bakhsh, M., Toube, A., Gholipouri, A., and Hasanzadeh Ghort Tepee, A. (2012). Investigating the spraying of seaweed extract (marmarin) on yield and yield components of second cultivar of castor varieties in west azar baijan (Urmia) area. Complete Articles of the National Conference on Climate Change and its Impact on Agriculture and the Environment, 1-8.

Sharifi, N., Hojjatoleslamy, M., and Jafari, M. (2015). Study of qualitative characteristics of saffron cultivated in different regions of Iran. Journal of Herbal Drugs, 4: 235-240.

Shokouhi Far, Y. (2016). Application of algae in agriculture. Second International Conference on Sustainable Development, Solutions and Challenges Focusing on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism, Iran (Tabriz), 23-25 Feb: 3-4.

Shukla, Sh., Mehta, A., Bajpai, V.K., and Shukla, S. (2009). In vitro antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic leaf extract of *Stevia rebaudiana* L. Bert. Food Chemical Toxicology, 47(23):38-43.

Sibi, M., Khazaee, H., and Nezami, A. (2017). Effect of concentration, time and method of consumption of seaweed extract on some morphological characteristics of root and aerial parts of safflower. Quarterly Journal of Physiology of Crops, 29:7-16.

Sibi, M., Mirza Khani, M., and Gamariyan, M. (2013). The effect of water stress, consumption of zeolite and salicylic acid on the quantity and quality of safflower oil (Carthamus tinctorius L.). Journal of Agronomy Research on the Sides of the Desert, 9(2): 153-169.

Soleimani, S., Yousef Zadi, M., Moein, S., Amrollahi Biuki, N., Keshavarz, M., and Asliyan, H. (2016). Evaluation of antioxidant activity and determination of polyphenolic content of marine tetaya Echinometra mathaei in Persian Gulf. Journal of Biotechnology, 6(2): 1-8.

Spinelli, F., Fiori, G., and Noferini, M. (2010). A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. Scientia Horticulture, 125(3): 263-269.

Sunarpi, A., Kurnianingsih, R., Julisaniah, N.I., and Nikmatullah, A. (2010). Effect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants. Nusantara Bioscience, 2(2): 73-77.

Thambiraj, J., Lingakumar, K., and Paulsamy, S. (2012). Effect of seaweed liquid fertilizer (SLF) prepared from Sargassum wightii and Hypnea musciformis on the growth and biochemical constituents of the pulse. *Cyamopsis tetragonoloba* L. Journal of Agricultural Research, 1(1): 65-70.

Tori-Hudson, N. (2007). Bitter Melon: A review of its indications, efficacy, and safety. American Journal of Health-System Pharmacy, 60: 356-359.

Turkmen, N., Sari, F., and Veliglu, Y.S. (2005). The effect of cooking methods on total phenolic and antioxidant activity of selected green vegetables. Food Chemistry,. 93: 713- 718.

Young, Kil. H., Seong, ES., Ghimire, B.K., Chung, I.M., Kwon, S.S., and Goh, E.J. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of crude sorghum extract. Food Chemistry, 115: 1234-12349.