

کارایی کاربرد تلفیقی هرس شاخه فرعی و کود زیستی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ و عملکرد کمی و کیفی میوه خیار گلخانه‌ای

مریم رستاقی^۱، سید جواد موسوی‌زاده^{۲*}، کامبیز مشایخی^۳ و صاحب سنگدوبینی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۴- دانشجوی دکتری علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

*نویسنده مسئول: mousavizadeh@gau.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۱)

چکیده

هدف این پژوهش بررسی تأثیر هرس و کاربرد کود زیستی بیوهلت (Biohealth) بر کیفیت و کمیت میوه خیار گلخانه‌ای رقم سلطان می‌باشد. بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی (کود و هرس) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تحت شرایط گلخانه‌ای در گرگان در سال ۱۳۹۸ اجرا گردید. عامل‌های آزمایش شامل نوع هرس روی شاخه‌های جانبی در چهار سطح (نگهداری یک گره، دو گره، سه گره و حذف تمامی شاخه‌های فرعی) و کود زیستی در دو سطح (کاربرد کود زیستی بیوهلت و عدم کاربرد) بودند. نتایج نشان داد بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدان میوه با ۶۶/۳۷ درصد در هرس کامل و بدون استفاده از کود مشاهده شد. بالاترین میزان گلوکز میوه (۱۰۲/۹۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در تیمار هرس گره اول و بدون استفاده از کود به دست آمد. بیشترین میزان قند کل محلول میوه (۴۴/۰۲ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) و کلروفیل a برگ وسط بوته (۰/۹۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در هرس کامل و بدون استفاده از کود حاصل شد. بیشترین تعداد میوه (۸۲ عدد) در هرس گره سوم و کمترین تعداد میوه (۵۲ عدد) در هرس کامل به دست آمد. یافته‌های این آزمایش نشان داد که افزایش تعداد میوه در هرس گره سوم، سبب انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به میوه‌ها می‌شود. به عنوان یک توصیه، اگر هدف از کشت خیار گلخانه‌ای تولید برای مدت معین و کوتاه و در عین حال حفظ کیفیت میوه باشد، هرس گره سوم سودمند است؛ اما هنگامی که کشت بلندمدت مدنظر باشد، هرس گره اول و دوم مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ساقه فرعی، عملکرد میوه، قند میوه، گره، هرس.

مقدمه

تولید شده از این گل‌ها پارتنوکارپ می‌باشند. خیار گلخانه‌ای سریع رشد می‌کند که نیاز به هرس مانند هرس برگ‌ها، شاخه‌های جانبی و جوانه‌های گل برای به دست آوردن حداکثر بازده با کیفیت خوب دارد (Klaring et al., 2014). هرس روی رشد رویشی

خیار با نام علمی (*Cucumis sativus* L.) متعلق به خانواده کدوییان (Cucurbitaceae) می‌باشد. خیار گلخانه‌ای از نظر جنسیت گل ماده (Gynocious) می‌باشد؛ که فقط تولید گل ماده می‌کنند و میوه‌های

(Ayyasizade *et al.*, 2018). در تحقیقی عملکرد کیفی و کمی سه رقم خیار گلخانه‌ای شامل سینا، آمیرال و نگین با سه نوع هرس حذف تمام ساقه‌های فرعی از روی ساقه اصلی، باقی گذاشتن یک گره و یک برگ بعد از آن روی تمام شاخه‌های فرعی و باقی گذاشتن دو گره و یک برگ بعد از آن روی تمام شاخه‌های فرعی مورد بررسی قرار گرفت. اثر هرس روی همه صفات مرتبط با عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (Nemati *et al.*, 2011). تعداد گل، میوه و عملکرد خیار گلخانه‌ای رقم پرگل گوهر تحت تأثیر روش تربیت بوته قرار دارد (Shirahmadi *et al.*, 2017).

بهینه کردن شرایط محیطی از قبیل شدت نور، دما و همچنین کنترل آفات و بیماری‌ها و استفاده بهینه از منابع کودهای آلی و شیمیایی نقش مهمی در بهبود کمی و کیفی تولید محصول خیار دارد (Fahimi *et al.*, 2016). سلامت خاک باعث افزایش عملکرد می‌شود، مواد آلی نقش مهمی در افزایش کیفیت، بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و باروری خاک دارند (Fahimi *et al.*, 2016; Mashayekhi & Shomali, 2018). با توجه به اینکه، یکی از چالش‌های اصلی در سیستم‌های ارگانیک، همزمانی آزادسازی مواد مغذی (به‌ویژه نیتروژن) از مواد آلی، مطابق با نیاز محصول می‌باشد. امروزه عامل‌های زیستی مانند تریکودرما، برای بهبود اثربخشی اصلاح‌کننده‌های آلی، بهبود در جذب مواد مغذی و رشد محصول مورد استفاده قرار می‌گیرند (Singh *et al.*, 2010). کودهای زیستی برای افزایش کیفیت و کمیت محصول و حاصلخیزی خاک استفاده می‌شوند که باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک و همچنین موجب تقویت سیستم ایمنی گیاه در برابر تنش‌ها شده تریکودرما از طریق ترشح ترکیبات رشدی و افزایش جذب ریشه باعث رشد بیشتر و افزایش بهره‌وری در گیاه

و افزایش کیفیت میوه تأثیر می‌گذارد. هرس شاخه‌های اضافه به بوته خیار اجازه رشد طولی و تولید میوه هر چه نزدیک‌تر به ساقه اصلی را داده، به‌علاوه تهویه و برداشت را تسهیل می‌نماید (Mashayekhi & Shomali, 2018). با تغییر در ساختمان تاج‌پوشش گیاه به‌واسطه روش‌های مختلف هرس می‌توان شکل تاج‌پوشش بوته را تغییر داد و از این‌رو از لحاظ میزان نفوذ نور، سطح برگ و فیزیولوژی گیاه تأثیر معنی‌داری را مشاهده کرد (Premalatha, 2006). در خیار گلخانه‌ای قسمت زیادی از مواد فتوسنتزی به میوه‌ها انتقال یافته و همچنین تعداد میوه‌ها و میزان رشد آن‌ها، روی رشد و فعالیت ریشه‌ها تأثیرگذار است (Klaring, 2014). در خیارهای گلخانه‌ای با اندازه میوه کوچک‌تر، افزایش تعداد میوه در گره به سبب انتقال سهم بالاتری از مواد فتوسنتزی به میوه‌ها می‌باشد (Heydari *et al.*, 2020). هرس ممکن است تأثیری در بلوغ میوه خیار نداشته باشد اما بر اندازه و وزن میوه و در نهایت عملکرد کل تأثیر مثبت می‌گذارد. به‌عنوان نمونه در تحقیقی که بر روی خیار محلی بنگلادشی "باروماشی" صورت گرفت هرس اثر مثبتی بر کیفیت میوه و عملکرد کل نشان داد به‌طوری‌که افزایش تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه بوته خیار، باعث افزایش عملکرد کل شد (Mir *et al.*, 2019). باید توجه داشت که هرس برگ و شاخه‌های فرعی نمی‌تواند یک‌باره انجام گیرد و باید به‌تدریج و در طول رشد گیاه قسمت‌های اضافی را حذف نمود، در غیر این‌صورت پس از چند هفته اگر یک‌بار ساقه و برگ‌های اضافی حذف شوند، به بوته شوک وارد شده و قادر به عرضه میوه مناسب نخواهد شد (Mashayekhi & Shomali, 2018). حذف شاخه‌های جانبی و نگهداری دو گره روی شاخه جانبی تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ در بوته دو رقم خیار گلخانه‌ای (آرزد و کریم) نداشت

و کاربرد کود زیستی بر کیفیت و کمیت میوه خیار گلخانه‌ای رقم سلطان است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در اسفند ماه ۱۳۹۸ در یک گلخانه در ۱۴ کیلومتری جاده گرگان به علی‌آباد نرسیده به روستای سرخنگلاته اجرا شده است. گلخانه دارای رطوبت ۷۰-۸۰ درصد، دمای روز ۲۴ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد و دمای شب ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد بود.

ابتدا بذره‌های خیار گلخانه‌ای رقم سلطان که یک رقم چند گل هست در داخل سینی نشا که شامل ۴۰ درصد کوکوپیت و ۶۰ درصد پرلیت بود کشت شدند. قبل از کشت زمین گلخانه تسطیح و پشته‌بندی شد. حفره‌هایی با فاصله ۵۰ در ۶۰ سانتی‌متر و بر اساس تراکم ۳/۳ بوته در مترمربع روی پشته‌ها تعبیه گشت. حفره‌ها به اندازه حجم خاک حفره‌های سینی نشا بود. گیاهچه‌ها در مرحله دو برگگی به زمین اصلی انتقال یافتند. خاک گلخانه دارای بافت سیلتی رسی، دارای ۱/۴۳ درصد کربن آلی، نیتروژن کل ۰/۱۴ درصد، فسفر قابل جذب ۹/۹ میلی‌گرم در لیتر، پتاسیم قابل جذب ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، pH ۷/۹ و هدایت الکتریکی ۰/۸ میلی‌موس بر سانتی‌متر بود. کود زیستی بیوهلت (WSG Biohealth) ساخت کشور آلمان از یک شرکت معتبر (Humintech GmbH) تهیه گردید. کود زیستی بیوهلت دارای ۷۰ درصد اسید هیومیک، پنج درصد باکتری *Bacillus subtilis* با جمعیت 10^6 در هر گرم، پنج درصد باکتری *Trichoderma harzianum* با جمعیت 10^7 در هر گرم و پنج درصد عصاره جلبک دریایی می‌باشد. دو مرحله کود زیستی بیوهلت به بوته‌ها با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر داده شد. با شروع کشت خیارها اولین کود زیستی و

می‌گردند (Singh et al., 2010). استفاده از عصاره قارچ تریکودرما نیز قابلیت جذب عناصر غذایی افزایش می‌یابد. در واقع با فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه باعث بهبود رشد و عملکرد می‌شوند. جدایه‌های مختلف قارچ تریکودرما باعث افزایش رشد در گیاهان می‌شوند که این تحریک در میزان رشد بر اساس تولید مواد شیمیایی است (Singh et al., 2010). کودهایی مانند هیومیک اسید که بنیان اسیدی دارند امروزه کاربرد بیشتری پیدا کرده‌اند و در بهبود رشد و نمو گیاه مؤثر می‌باشند (Fahimi et al., 2016). بر اثر کاربرد اسید هیومیک، دو مکانیسم در گیاه فعال می‌شود: یکی اثرات سیگنالی مواد معدنی به‌خاطر متابولیسم هورمون‌ها و دیگری افزایش فعالیت ترکیب $ATPase$ در ریشه گیاه که به افزایش سرعت دسترسی نیترات در ریشه‌ها نقش دارد. نسبت ریشه به ساقه در گیاهان بستگی به مقدار هورمون‌های سیتوکینین و اسید آبسازیک دارد؛ زیرا یکی از نقش‌های هورمون‌ها دخالت در دسترسی مواد غذایی ریشه و آسیمیلایسیون آن‌ها می‌باشد (Mora et al., 2010). کودهای زیستی حاوی باکتری‌های از جنس *Bacillus* می‌توانند عناصر خاک را از حالت غیرقابل جذب به‌صورت قابل جذب تغییر داده و سبب رشد و توسعه گیاه شوند (Khezri, 2017; Gouda et al., 2018).

انواع کودهای شیمیایی و زیستی برای افزایش کیفیت و کمیت محصول و حاصلخیزی خاک به نسبت معین استفاده می‌شوند. کودهای زیستی سبب فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک شده و در نتیجه کیفیت خاک افزایش می‌دهند. از طرف دیگر خیار گلخانه‌ای دارای شاخه‌های جانبی زیادی می‌باشد که هرس آن‌ها به‌منظور افزایش عملکرد بوته‌ها صورت می‌گیرد. بنابراین هدف اصلی این پژوهش تأثیر هرس

رفراکتومتر دیجیتالی مدل Ceti-Belgium ساخت بلژیک در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. برای اندازه‌گیری عملکرد، از ابتدای باردهی بوته‌ها، میوه‌های هر بوته در هر چین به‌صورت جداگانه برداشت و وزن شد. این روند تا انتهای برداشت بوته‌ها ادامه یافت و در نهایت مجموع تعداد و وزن میوه‌ها به‌عنوان عملکرد بوته‌ها گزارش گردید.

آنالیز آماری

طرح آزمایشی به‌صورت فاکتوریل دو عاملی (کود و هرس) بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. داده‌های به‌دست آمده با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ تجزیه آماری شدند. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین اثرات کود زیستی بر کیفیت میوه و بوته خیار گلخانه‌ای به این گونه بوده است که میزان فنول میوه با ۲۰/۷۱ میلی‌گرم در گرم وزن خشک، ساکارز میوه با ۴/۸۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر، اسیدیته میوه با ۰/۱۳ و فسفر میوه با ۰/۵۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک با کاربرد کود زیستی بیشتر از تیمار بدون کود زیستی بود (جدول ۱).

نشان داده شده است که کودهای زیستی بر کیفیت میوه خیار مؤثر بودند. به‌عنوان نمونه محلول‌پاشی کود هیومی‌فولین و یا مصرف خاکی آمینوکلرات بیومین موجب رشد و نمو و تولید کمی و کیفی خیار گلخانه‌ای رقم سلطان گردیده است (Fahimi et al., 2016). کود بیوهلت به‌کار برده شده در این تحقیق حاوی ۷۰ درصد اسید هیومیک می‌باشد. اسید هیومیک باعث حفظ احیای آهن سه ظرفیتی توسط آنزیم ردوکتاز در گیاه شده که به حفظ کلروفیل و به تبعیت از آن افزایش فتوسنتز و

دوره بعدی در زمان اولین برداشت میوه‌ها به‌صورت محلول در خاک به بوته‌ها داده شد. تغذیه شیمیایی بوته‌ها نیز با کودهای نترات کلسیم، سولفات پتاسیم و سولفات آمونیوم با نسبت ۲۰:۲۰:۲۰ هر دو روز یک‌بار انجام می‌گرفت.

پس از کشت گیاهان خیار در گلخانه هر چهار روز یک‌بار آبیاری شده و علف‌های هرز هر هفته حذف شدند. تا فاصله ۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک تمام جوانه‌های جانبی حذف شده و پس از آن روی شاخه‌های جانبی بوته‌ها، هرس‌های ذیل انجام گرفت: ۱- نگهداری یک گره روی شاخه جانبی، ۲- نگهداری دو گره روی شاخه جانبی، ۳- نگهداری سه گره روی شاخه جانبی، ۴- حذف تمامی شاخه‌های جانبی (شاهد).

اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی

دو ماه بعد از کشت، برای اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی مورد نظر نمونه‌برداری از برگ و میوه انجام شد. اندازه‌گیری آنتوسیانین برگ پایین، وسط و بالای بوته به روش (Wagner, 1979)، قند کل محلول میوه به روش (McCready et al., 1950)، ساکارز میوه به روش (Van Handel, 1968)، گلوکز میوه به روش (Miller, 1959)، فروکتوز میوه به روش (Ashwell, 1957)، تعیین مقدار کلروفیل و کاروتنوئید برگ پایین، وسط و بالای بوته به روش (Barnes et al., 1992) و فعالیت آنتی‌اکسیدان میوه به روش (Bernfeld, 1995) صورت گرفت. همچنین اندازه‌گیری فنول کل (McDonald et al., 2001) و فلاونوئید کل میوه به روش (Chang et al., 2006)، اندازه‌گیری اسیدیته میوه به روش (Keutgen & Pawelzic, 2008) انجام شد. از اسپکتروفتومتر مدل UV-Vis 2800 (Unico) ساخت آمریکا استفاده شده است. اندازه‌گیری میزان مواد محلول (An et al., 2007) به‌وسیله دستگاه

معنی‌داری بیشتر از تیمار بدون کود به‌دست آمد (جدول ۱). همچنین نتایج نشان داد که با کاربرد کود زیستی، بالاترین میزان کاروتنوئید برگ بالای بوته با ۱/۵۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر و آنتوسیانین برگ بالای بوته با ۱/۸۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر نسبت به تیمار بدون کود ثبت شد (جدول ۱). گزارش شده است که برگ‌های فوقانی خیار منبع اصلی تولید مواد فتوسنتز برای اندام‌های زایشی می‌باشند (Shirahmadi et al., 2017).

با توجه به نتایج به‌دست آمده تیمار بدون کود زیستی بیوهلت با ۶۹/۲۵ عدد تعداد میوه بیشتری نسبت به تیمار با کود داشته است (جدول ۱). به‌دلیل اینکه خیار به‌صورت تازه‌خوری مصرف می‌شود کاربرد کمتر کودهای شیمیایی می‌تواند مفید باشد به‌علاوه استفاده زیاد از کود شیمیایی باعث شور شدن خاک می‌شود. اسید هیومیک کودی است که دارای اسید آلی می‌باشد و در بهبود رشد و نمو مؤثر می‌باشد (Fahimi et al., 2016). همچنین گزارش شده است که تیمار با عصاره جلبک دریایی باعث افزایش گل‌های ماده خیار شده است (Sarhan & Ismael, 2014).

نتایج مقایسه میانگین اثرات هرس بر کیفیت میوه خیار گلخانه‌ای نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید میوه با ۱۲/۵۹ میلی‌گرم در گرم در هرس گره سوم دیده شد و با هرس کامل، هرس گره اول و دوم دارای اختلاف معنی‌داری بوده است و هرس گره دوم با ۹/۹۴ میلی‌گرم در گرم میزان فلاونوئید میوه کمتری نشان داد که البته با هرس کامل و هرس گره اول اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱). بر اساس نتایج تحقیقی حاضر بیشترین تعداد میوه (۸۲/۳۳ عدد) و عملکرد (۷/۵۳ کیلوگرم در بوته) در هرس گره سوم و کمترین تعداد میوه (۵۲/۶۶ عدد) و عملکرد (۴/۶۳ کیلوگرم در بوته) در هرس کامل به‌دست آمده است (شکل ۲ و ۳).

سپس افزایش سطح برگ کمک می‌کند. افزایش رشد ساقه و برگ می‌تواند با افزایش میزان سیتوکنین و پلی‌آمین‌ها در ساقه و همچنین به‌دلیل افزایش فعالیت ATP-H⁺ در ریشه همراه باشد که با استفاده از اسید هیومیک فعال می‌شود (Mora et al., 2010). گزارش شده است که اسید هیومیک روی افزایش قند محلول تربچه (*Raphanus sativus* L.) اثر معنی‌داری داشته است (Rohani et al., 2017). اسیدی شدن خاک اطراف ریشه در اثر کاربرد کودهای زیستی سبب محلول شدن ترکیبات نامحلول و در دسترس قرار گرفتن عناصر ضروری مثل فسفر می‌شود (Vinale et al., 2008). بنابراین جذب بیشتر و بهتر عناصر و مواد غذایی و انتقال آن به اندام‌های هوایی باعث تحریک فتوسنتز و افزایش رشد رویشی و قطور شدن ساقه جهت انتقال سریع‌تر شیره پرورده در گیاه می‌شود. عصاره جلبک دریایی می‌تواند اثرات منفی ناشی از تنش خشکی را کاهش دهد (Ahmadpour et al., 2019). نتایج پژوهشی نشان داد که عصاره جلبک دریایی باعث بهبود ارتفاع، سطح برگ و تعداد برگ و همچنین افزایش فعالیت‌های آنزیمی در گل سلوی (*Salvia splendens* L.) می‌شود (Mansori et al., 2019). در مطالعه بر روی گندم (*Triticum aestivum* L.) مشاهده شد که کاربرد عصاره جلبکی در افزایش معنی‌دار شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و عملکردی گیاه نقش دارد (Kumar & Sahoo, 2011). در یک مطالعه مشاهده شد که تلقیح عصاره جلبک در محیط غذایی کشت گیاهان منجر به افزایش معنی‌دار خصوصیات رشدی گیاه می‌شود (Caffagni et al., 2015).

بر اساس نتایج به‌دست آمده با کاربرد کود زیستی، میزان کلروفیل a برگ وسط بوته با ۰/۸۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر و کلروفیل ab برگ وسط بوته با ۱/۸۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر با اختلاف

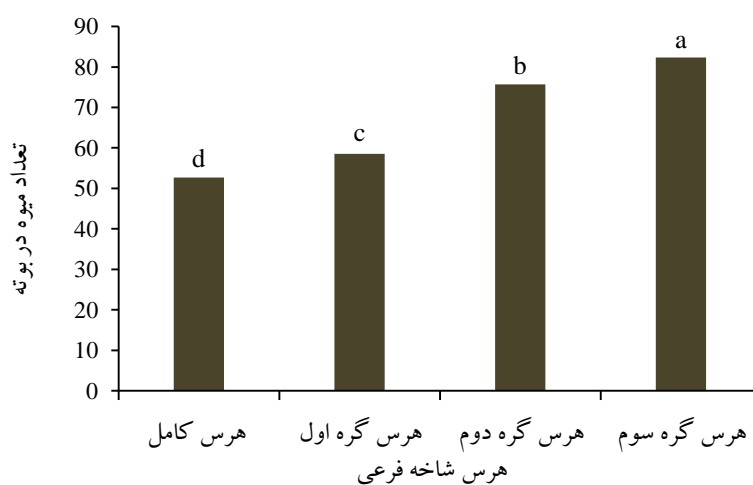
جدول ۱- اثرات کود زیستی بر صفات اندازه‌گیری شده خیار گلخانه‌ای

بدون کود	با کود	کود زیستی
۱۴/۰۱ ^b	۲۰/۷۱ ^a	فنول میوه (میلی‌گرم در گرم وزن خشک)
۴/۳۷ ^b	۴/۸۰ ^a	ساکارز میوه (میلی‌گرم در گرم وزن تر)
۰/۱۱ ^b	۰/۱۳ ^a	اسیدیته میوه (قابل تیتر)
۰/۵۵ ^b	۰/۵۸ ^a	فسفر میوه (میلی‌گرم در گرم وزن خشک)
۰/۶۹ ^b	۰/۸۳ ^a	کلروفیل a برگ وسط (میلی‌گرم در گرم وزن تر)
۱/۴۹ ^b	۱/۸۳ ^a	کلروفیل کل برگ وسط (میلی‌گرم در گرم وزن تر)
۱/۳۵ ^b	۱/۵۱ ^a	کاروتنوئید برگ بالا (میلی‌گرم در گرم وزن تر)
۰/۱۲ ^b	۰/۱۴ ^a	آنتوسیانین برگ بالا (میکروگرم در گرم وزن تر)
۶۹/۲۵ ^a	۶۵/۳۳ ^b	تعداد میوه

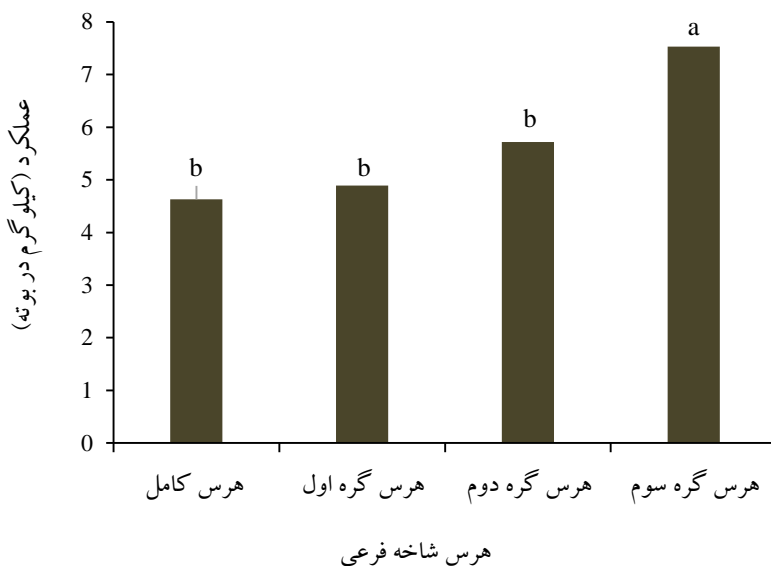
* اعداد دارای حروف مشترک در هر ردیف اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۱- اثر هرس بر میزان فلاونوئید میوه خیار گلخانه‌ای



شکل ۲- اثر هرس بر تعداد میوه در بوته خیار گلخانه‌ای



شکل ۳- اثر هرس بوته بر عملکرد میوه خیار گلخانه‌ای

است که در خیار گلخانه‌ای رشد رویشی و زایشی به صورت موازی پیش می‌روند، از این رو هر عاملی که رشد رویشی و تشکیل برگ را کاهش دهد در نتیجه موجب افت عملکرد کل بوته می‌شود (Klaring et al., 2014). حفظ تعادل بین رشد رویشی و زایشی خیار گلخانه‌ای، برای تولید بالاترین عملکرد با حفظ کیفیت ضروری می‌باشد. نیاز بوته به کربوهیدرات در مرحله تشکیل میوه‌دهی خیار بالا است. بنابراین با انجام هرس و افزایش نفوذ نور به داخل کانوپی بوته، میزان فعالیت فتوسنتزی و سنتز کربوهیدرات افزایش می‌یابد در نتیجه شرایط جذب بیشتر مواد فتوسنتزی نیز فراهم می‌شود که برای گلدهی و تشکیل میوه نقش اساسی دارد. در تحقیقی گزارش شد که هرس بر تعداد گل ماده خیار گلخانه‌ای تأثیر معنی‌داری گذاشته است. بیشترین و کمترین تعداد گل ماده به ترتیب در تیمار نگهداری یک گره (۳۷ عدد) و تیمار حذف شاخه فرعی (۳/۲۹ عدد) مشاهده شده است (Ayyasizade et al., 2018). گزارش شده است که بیشترین عملکرد در بوته خیار گلخانه‌ای با باقی گذاشتن دو گره و یک برگ بعد از آن روی تمام شاخه‌های فرعی به دست می‌آید (Nemati et al.,

نتایج مشابهی برای تأثیر هرس بر عملکرد خیار گلخانه‌ای گزارش شده است (Shirahmadi et al., 2017). همچنین بیان شده است که با نگهداری سه گل در هر گره، عملکرد خیار گلخانه‌ای در کوتاه مدت افزایش معنی‌داری یافته است (Heydari et al., 2020). عملکرد ارقام خیار گلخانه‌ای از ۱۸۵۵/۳ تا ۹۳۸/۹ گرم در بوته گزارش شده است (Ayyasizade et al., 2018). عملکرد در خیار گلخانه‌ای در مجموع حاصل بر هم کنش مواردی می‌باشد که هر کدام در مراحل مختلف رشد شکل می‌گیرند. در این بین تعداد میوه و وزن میوه در هر بوته به عنوان اصلی‌ترین اجزای عملکرد خیار گلخانه‌ای می‌باشند. به طوری که متناسب با افزایش و یا کاهش هر یک از اجزای فوق در مواجهه با تیمارهای مختلف، میزان عملکرد هم روند افزایشی و یا کاهش‌ی نشان می‌دهد. هرس شاخه فرعی نیز مسئله مهمی برای عملکرد خیار گلخانه‌ای هست. غالب بودن میوه‌های بزرگ‌تر بر میوه‌های کوچک‌تر و گل‌ها ممکن است باعث عدم تعادل در رشد بوته و میوه‌ها شود. این مسئله می‌تواند باعث کاهش عملکرد خیار و شکل‌گیری میوه‌های بد شکل شود. نشان داده شده

عصاره جلبک دریایی باعث بهبود ویژگی‌های رشدی و آنتی‌اکسیدانی مارچوبه (*Asparagus officinalis* L. می‌شود (Al-Ghamdi & Elansary, 2018). از طرف دیگر آنتی‌اکسیدان‌ها نیز نقش مهمی در ذخیره‌سازی عناصر کلسیم، سدیم، پتاسیم در دیواره سلولی دارند. از این رو اسید هیومیک با بالا بردن فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها در پوست، می‌تواند ترکیبات دیواره سلولی را تغییر داده و باعث افزایش ضخامت پوست گردد. پژوهشی که روی گیاه تربچه صورت گرفت کاربرد اسید هیومیک روی آنتوسیانین ریشه اثر معنی‌داری داشت (Rohani et al., 2017). اسید هیومیک موجب کاهش نشت آنتوسیانین از غشاء سلولی و در نتیجه حفظ آن می‌گردد (Mora et al., 2010). گزارش شده است که عصاره جلبک دریایی به دلیل داشتن هورمون‌های رشد نظیر اکسین، سیتوکنین و ترکیبات ارزشمند دیگر نظیر نمک‌های معدنی، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها تأثیر مثبتی بر خصوصیات مورفولوژیکی و رشدی گیاهان دارد (Zhang & Ervin, 2008; Kumar & Sahoo, 2011). در عصاره جلبکی عناصر غذایی نظیر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس و منگنز به وفور یافت می‌شود (Zhang & Ervin, 2004). از طرف دیگر عدم هرس باعث هم‌پوشانی بوته‌ها با یکدیگر و در نتیجه سبب کاهش عبور نور به داخل بوته‌ها می‌شود. میوه‌هایی که در سایه قرار دارند همواره کوچک‌تر از میوه‌های هستند که در معرض کامل نور قرار می‌گیرند. تیمار هرس موجب نفوذ بهتر نور خورشید در تاج درخت می‌شود، همچنین رقابت بین میوه‌ها به دلیل پراکندگی و استقرار نامناسب میوه در کانوپی در بوته‌های بدون هرس بیشتر از بوته‌های هرس شده می‌باشد. در نتیجه منجر به افزایش تعداد میوه در بوته‌های هرس شده نسبت به هرس نشده می‌شود. یکی از

نگهداری یک گره جهت افزایش عملکرد خیار گلخانه‌ای رقم آرزو توصیه شده است (Ayyasizade et al., 2018). به طوری که هرس یک شاخه با دو میوه در ساقه‌های فرعی بیشترین عملکرد را تولید نمود و هرس یک شاخه بدون ساقه‌های فرعی کمترین عملکرد را ثبت کرد. در آزمایش تیمارها شامل هرس بوته در سه نوع (حذف شاخه‌های جانبی و نگهداری دو گره روی شاخه جانبی) و دو رقم خیار گلخانه‌ای (آرزو و کریم) بودند که گزارش شد بیشترین عملکرد بوته مربوط به رقم آرزو (۳۳۰۱ گرم) و کمترین عملکرد بوته (۲۸۱۵ گرم) در رقم کریم به دست آمد و اما هرس بر عملکرد تأثیر معنی‌داری نداشت (Ayyasizade et al., 2018). مقایسه عملکرد کیفی و کمی سه رقم خیار گلخانه‌ای شامل سینا، امیرال و نگین، با سه نوع هرس (حذف تمام شاخه‌های فرعی، باقی گذاشتن یک گره و باقی گذاشتن دو گره روی شاخه‌های فرعی) مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که بیشترین عملکرد بوته مربوط به هرس نوع سوم بود (Nemati et al., 2011).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل کود و هرس (جدول ۲) بر کیفیت میوه خیار گلخانه‌ای نشان داد که بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان میوه در هرس کامل و هرس گره سوم بدون کود و همچنین هرس گره اول با کود به دست آمده است که با هرس گره سوم تیمار بدون کود و هرس گره اول تیمار با کود اختلاف معنی‌داری هم نداشتند و کمترین میزان آنتی‌اکسیدان میوه در هرس کامل تیمار با کود با ۳۳/۰۴ درصد دیده شد.

کود زیستی در کنار هرس بر خواص آنتی‌اکسیدانی میوه اثرگذار بود. گزارش شده است اسید هیومیک موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها در گیاه می‌شود (Rohani et al., 2017). در تحقیقی مشخص شد که محلول‌پاشی

مشاهده شد که با هرس گره دوم تیمار بدون کود و هرس کامل و هرس گره دوم تیمار با کود اختلاف معنی‌داری را با هم نداشتند (جدول ۲). بیشترین میزان قند کل محلول در هرس کامل تیمار بدون کود با ۴۴/۰۲ دیده شده که با هرس کامل تیمار با کود اختلاف معنی‌داری را نداشت (جدول ۲).

میوه‌های نزدیک ساقه اصلی دارای کیفیتی مناسب‌تر از میوه‌های ساقه فرعی بوده، بنابراین با این روش هرس گره اول و دوم سعی شده که میوه مرغوب‌تری تولید شود (Mashayekhi & Shomali, 2018). دلیل وقوع همچنین موضوعی، قوی بودن میوه‌های خیار به لحاظ قدرت سینکی گیاه در مقایسه با برگ‌ها و ساقه‌ها است (Klaring et al., 2014).

عواملی که منجر به افزایش غلظت آنتوسیانین میوه می‌شود نور است. به‌طور کلی هرس موجب نفوذ بیشتر نور به داخل کانوپی شده و میوه‌هایی که بیشتر در معرض تابش نور قرار می‌گیرند نسبت TSS/TA میوه افزایش می‌یابد (Mashayekhi & Shomali, 2018).

بیشترین میزان گلوکز میوه در هرس گره اول تیمار بدون کود با ۱۰۲/۹۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر و تیمار با کود با ۹۷/۱۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر ثبت شد. هرس کامل تیمار بدون کود و با هرس گره اول و سوم تیمار با کود اختلاف معنی‌داری را با هم نداشتند و کمترین میزان گلوکز در هرس گره سوم تیمار بدون کود و همچنین هرس کامل تیمار با کود به‌ترتیب با ۵۰/۸۴ و ۶۱/۹۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر

جدول ۲- بررسی تأثیر نوع هرس و کود زیستی بر صفات اندازه‌گیری شده خیار گلخانه‌ای

کود زیستی	هرس شاخه فرعی	فعالیت آنتی‌اکسیدان میوه (درصد)	گلوکز میوه (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	قند کل محلول میوه (میلی‌گرم در گرم وزن خشک)	کلروفیل a برگ وسط (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کاروتنوئید برگ وسط (میلی‌گرم در گرم وزن تر)
با کود	هرس کامل	۳۳/۰۴ ^d	۶۱/۹۶ ^d	۳۲/۴۲ ^b	۰/۶۶ ^b	۱/۴۴ ^{a-b}
	هرس گره اول	۶۶/۱۲ ^a	۹۷/۱۸ ^a	۳۹/۶۰ ^{a-b}	۰/۷۲ ^b	۱/۴۲ ^{a-b}
	هرس گره دوم	۳۶/۹۹ ^{c-d}	۷۱/۲۹ ^{b-d}	۳۹/۷۰ ^{a-b}	۰/۶۶ ^b	۱/۵۲ ^a
	هرس گره سوم	۴۹/۹۵ ^b	۹۴/۸۴ ^{a-b}	۴۳/۰۴ ^{a-b}	۰/۷۰ ^b	۱/۵۴ ^a
بدون کود	هرس کامل	۶۶/۳۷ ^a	۸۸/۵۱ ^{a-c}	۴۴/۰۲ ^a	۰/۹۸ ^a	۱/۵۴ ^a
	هرس گره اول	۴۳/۱۵ ^{b-d}	۱۰۲/۹۶ ^a	۳۵/۵۷ ^{a-b}	۰/۸۵ ^{a-b}	۱/۵۵ ^a
	هرس گره دوم	۴۶/۴۳ ^{b-c}	۶۵/۵۱ ^{c-d}	۳۵/۷۸ ^{a-b}	۰/۷۱ ^b	۱/۲۴ ^b
	هرس گره سوم	۶۴/۳۷ ^a	۵۰/۸۴ ^d	۳۴/۸۴ ^{a-b}	۰/۷۴ ^b	۱/۱۹ ^b

* اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

کود به‌ترتیب با ۱/۲۴ و ۱/۱۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین میزان کلروفیل a برگ وسط بوته در هرس کامل تیمار بدون کود با ۰/۹۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر دیده شده که با هرس گره اول تیمار بدون کود اختلاف معنی‌داری را نداشت (جدول ۲).

در شرایط تغذیه کود زیستی در تمامی حالات هرس، میزان کاروتنوئید بیشتری در برگ وسط بوته خیار گلخانه‌ای دیده شد. در شرایط بدون تغذیه کود زیستی فقط در هرس کامل و هرس گره اول میزان کاروتنوئید بالایی ثبت شد. کمترین میزان کاروتنوئید برگ وسط بوته در هرس گره دوم و سوم تیمار بدون

همچنین افزایش میزان نور در لایه داخلی بوته، سبب بهبود صفات بیوشیمیایی میوه می‌شود. افزایش تعداد میوه در هرس گره سوم، سبب انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به میوه‌ها می‌شود. افزایش تعداد میوه در گره در خیارهای گلخانه‌ای سبب انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به میوه‌ها می‌شود. این انتقال به پتانسیل منبع یعنی برگ‌ها بستگی دارد. در شرایط ضعف منبع، سقط گل و میوه اتفاق افتاده و به این ترتیب تعداد میوه، به صورت فیزیولوژیکی کنترل می‌شود. نگهداری تعداد مناسب میوه، مانع از فشار روی بوته شده و سبب تولید یکنواخت میوه در سراسر دوره رشد بوته می‌شود. تولید میوه در یک دوره تولیدی به همراه رشد رویشی متعادل، تعیین کننده عملکرد خیار در گلخانه می‌باشد. بنابراین اگر هدف از کشت خیار گلخانه‌ای تولید کوتاه‌مدت باشد، هرس گره سوم می‌تواند سودمند باشد؛ اما هنگامی که تولید طولانی‌مدت و در عین حال حفظ کیفیت میوه مدنظر باشد، هرس گره اول و دوم قابل توصیه می‌باشد.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر با حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفته است که بدین وسیله قدردانی می‌گردد.

رشد رویشی زیاد سبب گستردگی کانوپی سایه‌اندازی برگ‌های بالایی روی برگ‌های پایینی و همزمان کاهش کیفیت میوه می‌گردد. شدت تابش کم نور خورشید در فصل‌های پاییز و زمستان در کشت‌های گلخانه‌ای خیار، سبب کاهش سرعت فتوسنتز می‌شود ولی میزان شاخص سطح برگ بالای خیار، کاهش فتوسنتز را تا حدودی جبران می‌کند که این مورد تحت اثر نوع هرس نیز قرار دارد. شاید به نظر برسد که میزان نور دریافتی در بوته‌های هرس نشده بیشتر از بوته‌های هرس شده باشد اما به دلیل سطح برگ پایین‌تر و همچنین سایه‌اندازی کانوپی در حالت بدون هرس، تعداد میوه کاهش می‌یابد. در واقع هرس موجب کاهش تعداد برگ‌های خیار می‌شود اما کارآیی تک‌برگ‌ها از نقطه نظر فتوسنتز افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های این آزمایش نشان داد هرس بر توزیع نور در کانوپی بوته، به‌ویژه در لایه داخلی خیار گلخانه‌ای مؤثر می‌باشد. همچنین بوته با توجه به نوع هرس، تعادل رشد رویشی و زایشی را حفظ می‌کند. با افزایش میزان نور، رشد برگ‌های وسط و پایین بوته و در نتیجه فتوسنتز داخل بوته افزایش می‌یابد.

References

- Ahmadpour, R., Salimi, A., Armand, N. & Hosseinzadeh, S. R. (2019). The effects of *Ascophyllum nodosum* extract on the stimulation of germination indices in chickpea (*Cicer arietinum*) under drought stress. *Nova Biologica Reperta*, 6(2), 206-216.
- Al-Ghamdi, A. A. & Elansary, H. O. (2018). Synergetic effects of 5-aminolevulinic acid and *Ascophyllum nodosum* seaweed extracts on *Asparagus* phenolics and stress related genes under saline irrigation. *Plant Physiology and Biochemistry*, 129, 273-284.
- An, J., Zhang, M. & Zhan, Z. (2007). Effect of packaging film on the quality of 'Chaoyang' honey peach fruit in modified atmosphere packages. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 20(1), 71-76.
- Ashwell, G. (1957). *Methods in enzymology*. Academic Press Inc., New York.
- Ayyasizadeh, S., Ansari, N. A. & Dehkordi, F. S. (2018). Effect of pruning and cultivar on growth, yield and fruit quality of greenhouse cucumber under Ahvaz conditions. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 8(4), 91-102.

- Barnes, J. D., Balaguer, L., Manrique, E., Elvira, S. & Davison, A. W. (1992). A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants. *Environmental and Experimental Botany*, 32(2), 85-100.
- Brenfeld, P. (1995). *Method in enzymology*. Academic press, New York, Vol 1.
- Caffagni, D. E., Camargo, E., Casali, C. A., Lombardi, A. T. & Lima, M. I. S. (2015). Coupling microalgal cultures with hydroponics: Prospection for clean biotechnology processes. *Journal of Algal Biomass*, 6, 88-94.
- Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M. & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3), 178 -182.
- Fahimi, F., Souri, M. K. & Yaghoobi, F. (2016). Growth and development of greenhouse cucumber under foliar application of Biomin and Humifolin fertilizers in comparison to their soil application and NPK. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 7(25), 143-152.
- Gouda, S., Kerry, R. G., Das, G., Paramithiotis, S., Shin, H. S. & Patra, J. K. (2018). Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture. *Microbiological Research*, 206, 131-140.
- Heydari, N., Delshad, M., Babalar, M. & Salehi, R. (2020). Growth and yield of greenhouse cucumber as influenced by nutrient solution EC and number of flowers per node. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(3), 719-728.
- Keutgen, A. J. & Pawelzik, E. (2009). Impacts of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. *Environmental and Experimental Botany*, 65(2), 170-176.
- Klaring, H. P., Hauschild, I. & Heibner, A. (2014). Fruit removal increases root-zone respiration in cucumber. *Annals of Botany*, 114, 1735-1745.
- Khezri, M. (2017). Effect of biofilm by plant probiotic rhizobacteria on root colonization and growth of wheat. *Biological Control of Pest and Plant Disease*, 6(1), 93-102. (In Farsi)
- Kumar, G. & Sahoo, D. (2011). Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of Triticum aestivum var. Pusa Gold. *Journal of Applied Phycology*, 23(2), 251-255.
- Mansori, M., Farouk, I. A., Hsissou, D. & El Kaoua, M. (2019). Seaweed extract treatment enhances vegetative growth and antioxidant parameters in water stressed *Salvia officinalis* L. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 10(8), 756-66.
- Mashayekhi, K. & Shomali, A. (2018). *Botany, physiology and culture of vegetable*. Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources Press. (In Farsi)
- McCready, R. M., Guggolz, J., Silveira, V. & Owens, H. S. (1950). Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical Chemistry*, 22(9), 1156-1158.
- McDonald, S., Prenzler, P. D., Antolovich, M. & Robards, K. (2001). Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chemistry*, 73(1), 73-84.
- Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428.
- Mir, A. A., Sadat, M. A., Amin, M. R. & Islam, M. N. (2019). Pruning: a mechanical stress inducing method to improve growth and yield of Bangladeshi local cucumber variety "Baromashi". *International Journal of Business Social and Scientific Research*, 7(4), 31-35.

- Mora, V., Bacaicoa, E., Zamarreno, A. M., Aguirre, E., Garnica, M., Fuentes, M. & Garcia-Mina, J. M. (2010). Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. *Journal of Plant Physiology*, 167(8), 633-642.
- Nemati, S. H., Esmaili, A. A., Davarynejad, G. & Farsi, M. (2011). The Effect of Pruning and Spacing on Yield Related Traits of Three Greenhouse Cucumber Cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 25(1), 9-17.
- Premalatha, M. G. S., Wahundeniya, K. B., Weerakkody, W. A. P. & Wicramathunga, C. K. (2006). Plant training and spatial arrangement for yield improvements in greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) varieties. *Tropical Agricultural Research*, 7, 346-357.
- Rohani, S. N., Neamati, S., Moghadam, M. & Ardakanian, V. (2017). The role of humic acid on improving bio-chemical properties, anthocyanin and chlorophyll pigments contents in different radish varieties under salt stress. *Journal of Plant Process and Function*, 6(21), 377-388. (In Farsi)
- Sarhan, T.Z., & Ismael, S.F. (2014). Effect of low temperature and seaweed extracts on flowering and yield of two cucumber cultivars (*Cucumis sativus*). *International Journal of Agricultural and Food Research*, 3(1), 41-54.
- Shirahmadi, S., Barzegar, T. & Ghahremani, Z. (2017). Effect of Two Training Methods on Growth Indices and Yield of Greenhouse Cucumber (*Cucumis sativus*), cv. Gohar *Plant Production Technology*, 9(2), 117-127.
- Singh, V., Singh, P. N., Yadav, R. L., Awasthi, S. K., Joshi, B. B., Singh, R. K. & Duttamajumder, S. K. (2010). Increasing the efficacy of *Trichoderma harzianum* for nutrient uptake and control of red rot in sugarcane. *Journal of Horticulture and Forestry*, 2(4), 66-71.
- Van Handel, E. (1968). Direct microdetermination of sucrose. *Analytical Biochemistry*, 22(2), 280-283.
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Marra, R., Woo, S. L. & Lorito, M. (2008). *Trichoderma* plant pathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(1), 1-10.
- Wagner, G. J. (1979). Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin in protoplasts. *Plant Physiology*, 64(1), 88-93.
- Zhang, X. & Ervin, E. H. (2004). Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop Science*, 44(5), 1737-1745.
- Zhang, X. & Ervin, E. H. (2008). Impact of seaweed extract-based cytokinins and zeatin riboside on creeping bentgrass heat tolerance. *Crop Science*, 48(1), 364-370.