

## تأثیر سطوح مختلف بیوجار حاصل از ضایعات رز گلخانه‌ای هیدروپونیک و کودکندها بر رشد نشای سیکلامن (*Cyclamen persicum* L.)

مریم فتحی<sup>۱</sup>، سعید ریزی<sup>۲\*</sup>، حمیدرضا متقیان<sup>۲</sup> و رحیم برزگر<sup>۲</sup>

۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۲۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۸/۴)

### چکیده

تولیدکنندگان رز شاخه بریده در سراسر سال مقدار زیادی از شاخ و برگ این گیاه را از گلخانه‌ها به صورت ضایعات بیرون می‌ریزند که می‌تواند طی فرایندی به‌عنوان منابع غذایی جدید در تولید مورد استفاده قرار گیرد. به منظور بررسی اثر بیوجار و کودکندها بر رشد نشای سیکلامن آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. بیوجار در سه سطح صفر، ۲/۵ و ۵ درصد وزنی و کودکندها با فرمول کودی  $15\text{N} - 10\text{P} - 20\text{K} - 3\text{MgO} - 13\text{S} + \text{TE}$  با پوشش پلیمری در سه سطح صفر، ۱/۵ و ۳ کیلوگرم بر متر مکعب در بستر پیت ماس و پرلیت با نسبت‌های ۶۰ به ۴۰ به‌کار رفت. نتایج نشان داد بیشترین وزن تر اندام هوایی، عرض پهنک اولین برگ و محتوی کلروفیل کل در کاربرد توأم تیمار بیوجار ۵ درصد وزنی و کودکندهای ۳ کیلوگرم بر متر مکعب بود. تیمار ۳ کیلوگرم بر متر مکعب کودکندها بیشترین درصد وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع گیاه، عرض تاج‌پوشش گیاه، تعداد برگ، طول ریشه، سطح برگ و محتوای کاروتنوئید را نشان داد. بیوجار و کودکندها احتمالاً به دلیل کاهش آبیویی مصرف عناصر غذایی و افزایش کارایی آنها می‌تواند موجب ایجاد اثر مثبت بر فرایند تولید نشای سیکلامن گردند.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، کلروفیل کل، وزن تر و خشک اندام هوایی.

## Effect of different levels of soilless cultured cut rose debris biochar and slow release fertilizer on growth of *Cyclamen persicum* L. seedling

Maryam Fathi<sup>1</sup>, Saeed Reezi<sup>2\*</sup>, Hamidreza Motaghian<sup>2</sup> and Rahim Barzegar<sup>2</sup>

1, 2. M.Sc. Student and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

(Received: July 20, 2019- Accepted: Oct. 26, 2019)

### ABSTRACT

Cut rose growers take out a high content of rose shoots as debris throughout the year that can be use as a new nutrient content resources by some processes for plant nutrition. To evaluate the effect of biochar and slow release fertilizer on growth of *Cyclamen persicum* seedlings an experiment was conducted in a completely randomized design with six replications. Biochar fertilizer used at three levels (0, 2.5 and 5% w/w) and slow release fertilizer (15N- 10P - 20K- 3MgO- 13S+ TE) with polymer coating at three levels (0, 1.5 and 3 kg/m<sup>3</sup>) in a peat-moss and perlite medium mixed (60:40% v/v). The results showed that 5% (w/w) biochar accompanying with 3 kg/m<sup>3</sup> of slow release fertilizer had the highest shoot fresh weight, width of the first leaf and total chlorophyll content. Three kg/m<sup>3</sup> of slow-fertilizer showed the highest percent of shoot dry weight, plant height, canopy width, leaf number, root length, leaf area and carotenoid content. In general, probably biochar and slow release fertilizer accelerated the growth due to increase in nutrition efficiency and reduced nutrients leaching in the medium.

**Keywords:** Fresh and dry weight of shoot, plant height, total chlorophyll.

\* Corresponding author E-mail: sreezi57@yahoo.com

### مقدمه

علم تولید نشای گل و گیاهان زینتی به علت کوتاه کردن طول دوره تولید، امکان افزایش زمان نگهداری دانهال تا انتقال و کاهش خطر انتشار انواع بیماری‌ها نقش مهمی در صنعت گلکاری و علوم باغبانی دارد. در این روش بذر یا قلمه معمولاً در سینی‌های مخصوصی که در آن برای هر گیاه یک سلول یا حفره تعبیه شده است، کشت می‌شود (Mirzakhani & Azimi, 2010). سیکلامن ایرانی (*Cyclamen persicum*) گیاهی زمستانه از تیره پامچال‌سانان، مناسب باغچه‌های اقلیم مدیترانه‌ای است که در اروپای مرکزی، مدیترانه و ایران پراکنده‌اند. یکی از گیاهان زینتی است که دارای برگ‌های کروی و قلبی شکل که بخش پایینی ساقه (هیپوکوتیل) در نزدیک سطح خاک قطور و ژوخه‌ای می‌شود (Ghasemi Ghahsareh & Kafi, 2015; Naderi et al., 2015). سیکلامن به صورت تجاری فقط از طریق بذر تکثیر می‌شود و جوانه‌زنی بذر و تولید نشا از مهم‌ترین مراحل پرورش آن محسوب می‌شود و البته زمان نسبتاً طولانی را به خود اختصاص می‌دهد (حدود ۴ ماه) (Allaei et al., 2005). تولید نشا در سال‌های اخیر به‌عنوان صنعتی اشتغال‌زا، پردرآمد و کاربردی در تمام سال مطرح شده است. در گذشته اغلب کشاورزی و کاشت گیاهان به صورت کشت مستقیم بذر صورت می‌گرفت و منابع آبی بسیاری برای کشت مستقیم بذر و جوانه‌زنی گیاه مصرف می‌شد. درحالی‌که در کشورهای توسعه یافته سال‌هاست در راستای کاهش مصرف آب، کود، سموم و ... کشت نشایی به جای کشت مستقیم بذر در زمین صورت می‌گیرد. نشاکاری موجب کاهش مصرف آب، کاهش عملیات داشت، زودرسی محصول، فراهم کردن فرصت مکانیزه کردن انتقال نشا می‌شود و صرفه اقتصادی بالایی دارد. تولید یک نشای با کیفیت، مستلزم داشتن تغذیه مناسب است و بهترین شیوه کشت نشایی پرورش نشا، در سینی کشت می‌باشد. مقدار کوددهی به کیفیت آب و محیط کشت بستگی دارد. هرچه ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) محیط بیشتر باشد، قابلیت نگهداری عناصر در آن بیشتر است. همه کودها معمولاً از نمک‌های محلول تشکیل

شده‌اند و مهم‌ترین دلیل استفاده از کود، افزودن عناصر غذایی مورد نیاز دانهال در زمان مناسب است (Javanmardi, 2010). یک برنامه کودی مناسب عبارت است از به‌کاربردن دو نوع کود؛ یکی کود مایع که به‌طور مکرر در طول فصل رشد به گیاه داده می‌شود و دیگری کودکندهای خشک که به آمیخته اولیه بستر اضافه می‌شود (Khoshkhoui, 1999). کودهای شیمیایی با حلالیت بالا، به محض انجام آبیاری در رطوبت خاک حل می‌شوند. حل شدن سریع در آب نه تنها باعث نشت مواد غذایی به آب‌های سطحی و زیرزمینی و آلودگی محیط زیست می‌گردد، بلکه مقدار زیاد مواد آزاد شده گاهی اوقات موجب صدمه رسیدن به گیاه می‌شود. راهکاری که محققان به دنبال آن هستند استفاده از روش‌های کندرها سازی در تولید کودهای شیمیایی است (Omidvar Langroudi, 2004). تجزیه زیست توده در اثر حرارت را گرماکافت (Pyrolysis) گویند و هنگامی که این فرایند در شرایط بدون اکسیژن یا با مقادیر خیلی جزئی اکسیژن همراه باشد، بیوچار تولید می‌شود (Woolf et al., 2010). فرایند گرماکافت بر اساس محدوده دما به سه کلاس ۱- گرماکافت آهسته (۹۵۰-۲۰۰ درجه سلسیوس)، ۲- گرماکافت سریع (۸۵۰-۱۲۵۰ درجه سلسیوس) و گرماکافت خیلی سریع (۱۳۰۰-۱۰۵۰ درجه سلسیوس) تقسیم می‌شود (Lehmann & Gaunt, 2006). بیوچار زغال حاصل از گرماکافت انواع مواد آلی (گیاهی و یا حیوانی) است که ویژگی‌های آن تا حدودی ناشی از شرایط واکنش و نوع ماده اولیه است. این ترکیب می‌تواند منبع تغذیه مستقیم برای گیاه باشد و بسیاری از عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم را فراهم کند و باعث افزایش و قابلیت دسترسی عناصر غذایی در خاک شود (Brouki Milan, 2015). در سال‌های اخیر کاربرد آن در خاک به‌عنوان روشی مطلوب برای افزایش حاصلخیزی خاک، کاهش آبشویی عناصر غذایی (Laird et al., 2010)، تثبیت آلی خاک و بهبود شرایط فیزیکی و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک (Kammann et al., 2011) مطرح بوده است. مطالعات نشان داده است که بیوچار ویژگی‌های شیمیایی خاک مانند ظرفیت نگهداری

تسریع رشد می‌شود (Asrar *et al.*, 2014). کود PGMIX از شرکت سپاهان رویش، به فرم کریستال کندرها و ترکیبی کامل با نسبتی متعادل از عناصر غذایی در هر جز می‌باشد. دوره‌ی آزادسازی عناصر توسط این کود ۸ هفته (حدود دو ماه) طول می‌کشد که در طول دوره رشد در بستر کشت به تدریج حل شده و عناصر غذایی را با نسبت مطلوب در اختیار ریشه قرار می‌دهد و به‌طور کامل و یکنواخت با بستر کشت مخلوط می‌شود. شروع بهتر و قوی‌تر در جوانه‌زنی، افزایش ریشه‌های مویین افزایش سبزی‌نگی نشا، کاهش طول دوره تولید و در نتیجه کاهش هزینه‌ها و افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی و غیر محیطی از مزایای این کود می‌باشد.

در آزمایشی روی *Cyclamen persicum*، کودکندها سبب افزایش قطر گیاه، عرض تاج‌پوش گیاه، وزن گیاه، تعداد برگ، ارتفاع گل، وزن و قطر غده شد (Cieciora *et al.*, 2006). همچنین در گزارش دیگری کاربرد بیوچار مخلوط شده با پیت ماس بیشترین وزن تر و خشک و درصد جوانه‌زنی را نسبت به بستر بدون بیوچار در کاهو نشان داد (Peng *et al.*, 2018). در مورد تنباکو نتایج نشان داد که با افزایش میزان کودکندها میزان فعالیت سیستم ریشه، تولید برگ و محتوای کلروفیل و عملکرد افزایش یافت (Zhang *et al.*, 2009). با کاربرد این کود روی سیب‌زمینی، ارتفاع گیاه، قطر ساقه و کلروفیل به طور معنی‌داری افزایش یافت و باعث کاهش فعالیت آنزیم‌هایی مانند فسفاتاز شد (Xiaowan *et al.*, 2007). آزمایشی جهت بررسی استفاده از سطوح مختلف بیوچار مخلوط شده با پیت ماس (۰٪، ۲۰٪، ۴۰٪، ۶۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰٪) در گوجه‌فرنگی نشان داد که بیوچار ۲۰٪ باعث افزایش ارتفاع و سطح برگ در این محصول شد. در این آزمایش، تیمار ۸۰ و ۱۰۰٪ بیوچار کمترین وزن تر اندام هوایی، وزن خشک و میزان رشد ریشه را نشان داد (Fontes *et al.*, 2008). در مورد گوجه‌فرنگی نتایج نشان داده است که میزان جذب عناصر غذایی در خاک حاوی بیوچار نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داده است (Nabaei *et al.*, 2020). تحقیق دیگری در مورد کاهو و کلم نشان داد که بیوچار باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه، ارتفاع گیاه و تعداد برگ‌ها در مقایسه با شاهد می‌شود (Carter *et al.*, 2013).

عناصر، قابلیت هدایت الکتریکی (EC)، واکنش خاک (pH) و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و ویژگی‌های بیولوژیک (فعالیت میکروبی ریزوسفر) آن را تغییر داده و باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شود (Sohi *et al.*, 2010). یکی از منابع ارزشمند برای تهیه بیوچار استفاده از ضایعات گیاهی گلخانه‌های هیدروپونیک است. با توجه به اینکه در گلخانه‌های رز شاخه بریده، عمدتاً تولید به صورت هیدروپونیک بوده و گیاهان به خوبی با عناصر ماکرو و میکرو تغذیه می‌شوند استفاده از ضایعات رز شاخه بریده برای تهیه بیوچار اهمیت زیادی دارد.

کودهای کندرها (Slow release fertilizers) از سال ۱۹۵۰ معرفی شده‌اند و از لحاظ سرعت رهاسازی به چهار دسته طبقه‌بندی می‌شوند؛ ۱- مواد با حلالیت کم و ترکیبات نیتروژنی آلی که از تجزیه شیمیایی و بیولوژیکی تولید می‌شوند، ۲- مواد با حلالیت کم و ترکیبات غیر آلی، ۳- مواد قابل حل در آب یا نسبتاً قابل حل که به طور تدریجی تجزیه شده و عناصر از آن‌ها آزاد می‌شود و ۴- کودهایی که رهاسازی عناصر در آن‌ها توسط موانع فیزیکی کنترل می‌شود و این دسته به سه گروه ۱- کودهایی با پوشش پلیمری آلی که به‌طور گسترده در تولید گیاهان گلدانی در خزانه به‌کار می‌روند، ۲- کودهای با پوشش غیر آلی با پایه گوگردی یا معدنی و ۳- کودهای با پوشش ترکیبی پلیمری-گوگردی.

طول عمر کودهای کندرها بسته به مدت زمان رهاسازی عناصر غذایی از کپسول و با توجه به دما و ضخامت پوشش متفاوت می‌باشد. اگر دمای بستر از دمای محلی که کپسول‌ها قرار دارند بیشتر باشد رهاسازی عناصر افزایش یافته و اگر دما کمتر باشد رها سازی کندتر صورت خواهد گرفت. پوشش‌های ضخیم‌تر سرعت رهاسازی عناصر غذایی از پریل را کندتر و پوشش‌های نازک‌تر این سرعت را افزایش خواهد داد. طول عمر معمول ۲-۴ ماه، ۸-۹ ماه و ۱۲-۱۴ ماه است (Mohammadi, 2015). کاربرد این کودها، بهره‌وری مواد مغذی را افزایش می‌دهد و به صورت تدریجی در طول دوره رشد، در اختیار گیاه قرار می‌دهد و مانع آبشویی عناصر غذایی، حداقل رساندن اثر منفی سطوح بالای نمک‌های محلول و در نتیجه کاهش صدمه به گیاه و

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مجموعه گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد انجام گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار (جدول ۱) و ۳ تکرار انجام گردید. تیمارهای آزمایش شامل بیوچار در سه سطح صفر، ۲/۵ و ۵ درصد وزنی و کود کندرها (Slow release fertilizer) (SRF)، PGMIX از شرکت سپاهان رویش با فرمول کودی  $10\text{-P}-20\text{-K}-3\text{MgO}-13\text{S}+\text{TE}$  و  $15\text{N}$  و پوشش پلیمری در سه سطح صفر، ۱/۵، ۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود. بستر کشت شامل مخلوطی از پیت ماس و پرلیت به ترتیب با نسبت‌های ۶۰ و ۴۰ بود. برای تهیه بیوچار از شاخ و برگ‌های سالم هرس شده گلخانه‌های رز استفاده شد. نمونه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار گرفت و وزن خشک آن اندازه‌گیری شد. مواد حاصل درون کوره در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس به مدت دو ساعت قرار گرفت و درصد عنصر نیتروژن با دستگاه کج‌دال، فسفر با روش زرد (مولیبدو و انادات) پتاسیم، سدیم و عناصر کم‌مصرف با روش هضم با اسید (هضم تر) و فلیم فتومتر، کلسیم و منیزیم با روش کلسیمتری (Ryan *et al.*, 2013) اندازه‌گیری شد (جدول ۲). قابلیت هدایت الکتریکی و pH در نسبت ۱:۱۰ نمونه به آب (Singh *et al.*, 2010) تعیین شد (جدول ۲). سپس کود کندرها با سطوح ذکر شده به بیوچار ضایعات رز آماده شده در مرحله قبل اضافه شد. نشاهای سیکلامن پس از گذشت ۲ ماه از زمان کشت از سینی نشای ۱۷۰ تایی به سینی نشای ۸۴ تایی همراه با سطوح مختلف بیوچار و کود کندرها و پیت ماس و پرلیت منتقل شدند. گیاهان حدود دو ماه تحت تیمار قرار گرفتند. آبیاری با آب معمولی به صورت روزانه و مساوی انجام شد و در شرایط خنک و مرطوب با دمای بین ۱۸ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد پرورش یافتند. سپس شاخص‌های وزن تر و درصد وزن خشک اندام هوایی، سطح برگ، عرض تاج گیاه، تعداد برگ، وزن تر ریشه، طول ریشه، عرض پهنک اولین برگ بالغ،

ارتفاع گیاه، محتوای کاروتنوئید و کلروفیل برگ اندازه‌گیری شد.

مجموع سطح برگ با استفاده از نرم‌افزار (Image-J) و عرض پهنک اولین برگ بالغ با خط‌کش (برحسب سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. همچنین وزن تر و وزن خشک اندام هوایی گیاه با ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری مقادیر کلروفیل و کاروتنوئید، مقدار ۰/۵ گرم از وزن برگ‌های گیاه در هاون چینی ریخته و با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط شد. عصاره حاصل با دستگاه اسپکتروفوتومتر PG (T80+) در طول موج ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل (میلی‌گرم بر گرم برگ) با روابط ۱، ۲، ۳ و ۴ محاسبه گردید (Wellburn, 1994).

$$\text{Chlorophyll a} = (1) \quad (12.21 \times D663 - 2.81 \times D646) V/1000W$$

$$\text{Chlorophyll b} = (2) \quad (20.13 \times D645 - 5.03 \times D663) V/1000W$$

$$\text{Car} = (3) \quad 1000 \times D470 - 3.27 [\text{Chl a}] - 104 [\text{Chl b}] / 227$$

$$D: \text{اِپتیکال دانسیته عصاره کلروفیل در طول موج}$$

$$\text{معین، } v: \text{حجم نهایی عصاره کلروفیل و } W: \text{وزن تازه}$$

$$\text{نمونه برگ (گرم) می‌باشد.}$$

تحلیل و بررسی آماری داده‌های به دست آمده در این پژوهش با نرم افزار آماری SAS صورت گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵ درصد استفاده شد.

جدول ۱. مشخصات تیمارهای آزمایش به کاررفته روی نشای سیکلامن

جدول ۱. مشخصات تیمارهای آزمایش به کاررفته روی نشای سیکلامن

Table 1. The Specification of experimental treatments applied on cyclamen seedling

Row	SRF (kg/m <sup>3</sup> )	Biochar (w/w)	Symbol
1	0	0	B <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
2	1.5	0	B <sub>1</sub> S <sub>2</sub>
3	3	0	B <sub>1</sub> S <sub>3</sub>
4	0	2.5	B <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
5	1.5	2.5	B <sub>2</sub> S <sub>2</sub>
6	3	2.5	B <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
7	0	5	B <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
8	1.5	5	B <sub>3</sub> S <sub>2</sub>
9	3	5	B <sub>3</sub> S <sub>3</sub>

جدول ۲. تجزیه شیمیایی بیوچار (ضایعات رز شاخه‌بریده) مورد استفاده در نشای سیکلامن

Table 2. Chemical analysis of biochar (cut rose debris) used for cyclamen seedling

Cd	Cu	Fe	Mn	Zn	Mg	Ca	K	P	N	PH	EC
(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(1:10)	(dS/m)
0.67	11.83	531.49	123.5	194.16	1.62	3.11	3.6	0.33	2.23	10/01	5

## نتایج و بحث

۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). طبق نتایج مقایسه میانگین در سطوح مختلف تیمار کودکندها، سطح سه ( $3 \text{ kg/m}^3$ ) دارای بیشترین وزن خشک ( $60/23$  درصد) بود (جدول ۴). آزمایشی به منظور بررسی کاربرد اوره و اوره پوشش‌دار بر عملکرد و کیفیت سویا نتایج نشان داد که با افزایش کودکندها، وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه افزایش یافت (Kausha *et al.*, 2004). در پژوهشی با عنوان تأثیر بیوچار بر گیاه تاج خروس (*Amaranthus sp.*)، با افزایش میزان بیوچار، بیشترین میزان صفات رشد در این سطوح گزارش گردید (Habibi *et al.*, 2017). کود کندها و بیوچار با افزایش غلظت عناصر N، P، K اثری مثبت بر میکروارگانیسیم‌ها و باروری خاک دارد و با افزایش محتوای قند و فعالیت میکروارگانیسیم‌ها باعث افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی می‌شوند (Asrar *et al.*, 2014).

نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف کود بیوچار و کندها بر رشد نشا سیکلامن در جدول ۳ آورده شده است.

## وزن تر و خشک اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس وزن تر اندام هوایی نشای سیکلامن نشان داد، اثر مقادیر بیوچار، کودکندها و اثر متقابل آن‌ها بر وزن تر شاخساره در سطح احتمال ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱)، بیشترین وزن تر اندام هوایی نشا ( $3/78 \text{ g}$ ) مربوط به تیمار  $B_3S_3$  و کمترین وزن تر اندام هوایی نشا ( $1/33 \text{ g}$ ) مربوط به تیمار  $B_1S_1$  بود. نتایج تجزیه واریانس وزن خشک اندام هوایی نشان داد، اثر مقادیر کود کندها در سطح

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر بیوچار و کود کندها بر برخی صفات نشای سیکلامن

Table 3. Results of variance analysis of biochar and slow release fertilizer on some traits of *Cyclamen persicum* seedling

Sources of variation	df	Means of square					Total Chlorophyll
		Shoot fresh weight	Shoot dry weight	Plant height	Leaf area	Width of the first leaf	
Biochar	2	1.75**	2.01 <sup>ns</sup>	0.74 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.88**	0.04**
SRF	2	4.89**	928.74**	1.62*	18.13**	0.36**	0.22**
Biochar × SRF	4	0.10**	14.76 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	0.59 <sup>ns</sup>	0.02**	0.004**
Error	18	0.007	62.14	0.42	1.01	0.001	0.0006
CV (%)		3.6	15.55	14.4	16.1	1.04	6.3

\*\*، \*، ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود تفاوت معنی‌دار.

\*\*، \*، ns: Significant differences at 1 and 5% of probability levels, and non-significant, respectively.

ادامه جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف بیوچار و کود کندها بر برخی صفات نشای سیکلامن

Continued table 3. Results of variance analysis of biochar and slow release fertilizer on some traits of *Cyclamen persicum* seedling

Sources of variation	df	Means of square					Carotenoid
		Canopy width	Leaves number	Root fresh weight	Root length	Carotenoid	
Biochar	2	0.06 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.24*	4.44 <sup>ns</sup>	3.28**	
SRF	2	16.33**	4.59**	0.001 <sup>ns</sup>	9.15**	1.49**	
Biochar × SRF	4	0.33 <sup>ns</sup>	0.87 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	3.52 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	
Error	18	0.29	0.44	0.07	1.48	0.15	
CV (%)		7.9	10.2	18.3	13.8	17.9	

\*\*، \*، ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود تفاوت معنی‌دار.

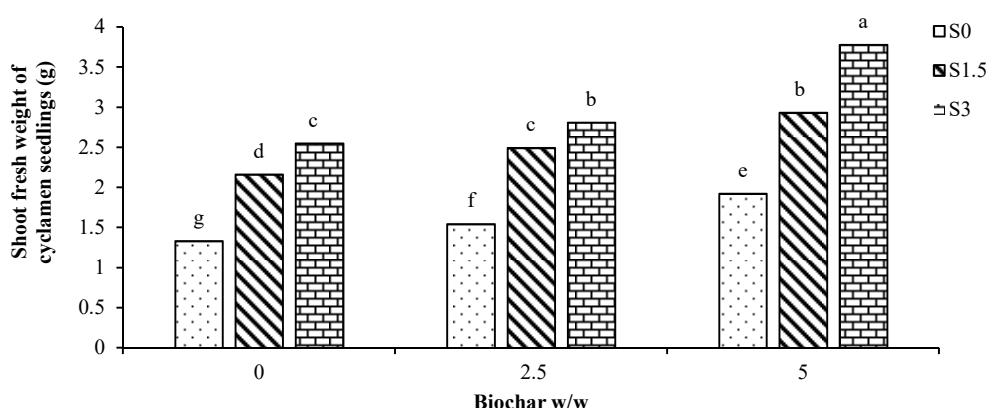
\*\*، \*، ns: Significant differences at 1 and 5% of probability levels, and non-significant, respectively.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر کود کندها بر برخی صفات مورفولوژیک نشای سیکلامن

Table 4. Means comparison effect of slow release fertilizer on some morphologic traits of *Cyclamen persicum* seedling

SRF ( $\text{kg/m}^3$ )	Shoot dry weight (%)	Plant height (cm)	Leaf area ( $\text{cm}^2$ )	Canopy width (cm)	Leaves number	Root length (cm)	Carotenoid (mg/gfw)
0	40.10 <sup>c</sup>	4.03 <sup>b</sup>	4.69 <sup>b</sup>	5.39 <sup>c</sup>	6.00 <sup>b</sup>	7.96 <sup>b</sup>	2.02 <sup>b</sup>
1.5	50.02 <sup>b</sup>	4.62 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	6.95 <sup>b</sup>	6.22 <sup>b</sup>	8.41 <sup>b</sup>	1.90 <sup>b</sup>
3	60.23 <sup>a</sup>	4.85 <sup>a</sup>	7.49 <sup>a</sup>	8.07 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>	9.89 <sup>b</sup>	2.66 <sup>a</sup>

میانگین دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل دامنه معنی‌داری دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level.



شکل ۱. مقایسه میانگین برهمکنش بیوچار و کود کندرها بر وزن تر اندام هوایی نشای سیکلامن

Figure 1. Mean comparison interaction effect of biochar and SRF on aerial fresh weight of *Cyclamen persicum* seedling

شرایط تغذیه‌ای مناسب‌تر برای گیاه در طول دوره رشد، بهبود رشد رویشی و افزایش طول گیاه می‌شود. فسفر نیز برای تقسیم سلولی و رشد گیاه ضروری است و باعث افزایش ارتفاع در گیاهان جوان می‌شود (Ziyaeyan et al., 2011).

**مجموع سطح برگ و عرض پهنک اولین برگ بالغ**  
نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر مقادیر کود کندرها بر مجموع سطح برگ و اثر بیوچار، کودکندرها و اثر متقابل آن‌ها بر عرض پهنک اولین برگ بالغ در سطح احتمال ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین مجموع سطح برگ در سطوح مختلف کود کندرها نشان داد، سطح سه ( $3 \text{ kg/m}^3$ ) دارای بیشترین سطح برگ ( $7/49 \text{ cm}^2$ ) بود (جدول ۴).

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲)، بیشترین عرض پهنک اولین برگ بالغ ( $3/55 \text{ cm}$ ) مربوط به تیمار  $B_3S_3$  بود و کمترین عرض پهنک اولین برگ بالغ ( $3 \text{ cm}$ ) نشای توپی گل کوچک، باعث افزایش سطح برگ و محتوای کلروفیل شد (Wei et al., 2011). کودهای کندرها به دلیل تلفات کم عناصر غذایی، راندمان بالایی دارند و اغلب برای تأمین نیتروژن و فسفر مورد استفاده قرار می‌گیرند (زیرا نیتروژن به سرعت آبشویی و فسفر به سرعت تثبیت می‌شود) (Eghtedari Naeni, 2012). با افزایش مصرف کودهای نیتروژن‌دار و فسفر، سطح برگ و فتوسنتز افزایش می‌یابد (Colomb et al., 2000).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر بیوچار بر برخی صفات

مرفولوژیک نشای سیکلامن

Table 5. Means comparison effect of biochar on some morphologic traits of *Cyclamen persicum* seedling

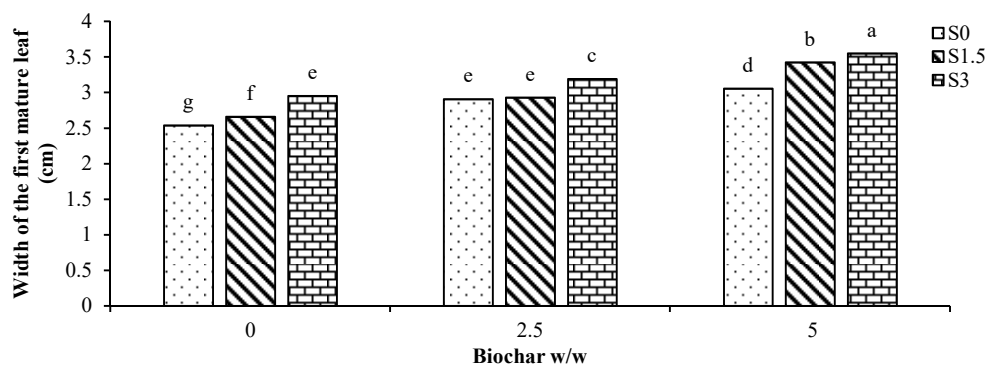
Biochar (w/w)	Root fresh weight (g)	Carotenoid (mg/gfw)
0	1.43 <sup>ab</sup>	1.54 <sup>b</sup>
2.5	1.33 <sup>b</sup>	2.30 <sup>b</sup>
5	1.65 <sup>a</sup>	2.74 <sup>a</sup>

میانگین دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل دامنه معنی‌داری دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level.

### ارتفاع گیاه

اثر مقادیر کودکندرها در ارتفاع گیاه از لحاظ آماری در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین ارتفاع گیاه در سطوح مختلف کود کندرها نشان داد، سطح سه ( $3 \text{ kg/m}^3$ ) دارای بیشترین ارتفاع ( $4/85 \text{ cm}$ ) بود (جدول ۴). کود کندرها بر کیفیت و دسترسی مواد غذایی در گل‌های زینتی (مانند داوودی) مؤثر است و باعث افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ و محتوای عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌شود (Zai-fan et al., 2009). از جمله مزایای کودهای کندرها کاهش تلفات عناصر غذایی، توزیع بهتر کود (وابسته به نوع بستر و نوع گیاه) در طول دوره رشد و افزایش عملکرد و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌باشد. نیتروژن با فراهم کردن شرایط مناسب برای رشد پوشش گیاهی، شاخص و دوام سطح برگ بیشتر باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی و بنابراین فراهم‌نمودن



شکل ۲. مقایسه میانگین برهمکنش بیوچار و کود کندرها بر عرض پهنک اولین برگ بالغ نشای سیکلامن  
Figure 2. Mean comparison interaction effect of biochar and SRF on width of the first mature leaf of *Cyclamen persicum* seedling

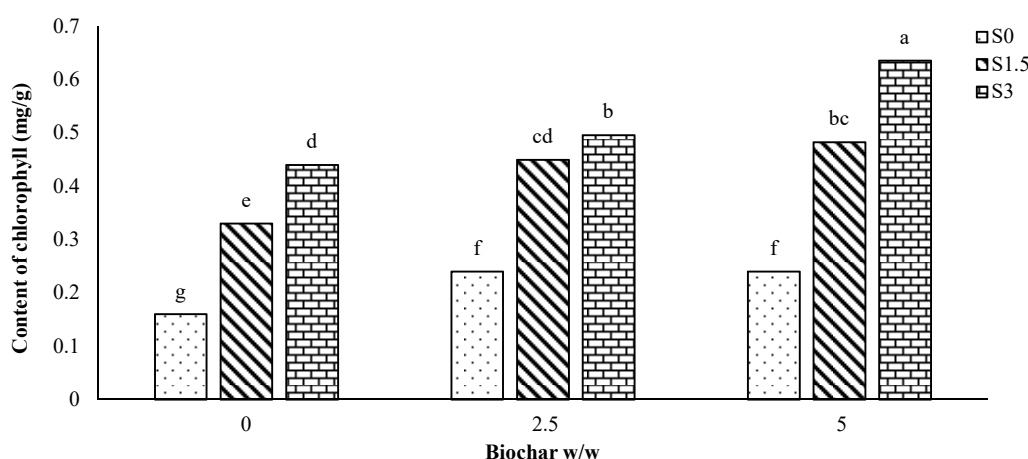
منظور ارزیابی تأثیر بیوچارهای تولید شده در دماهای مختلف بر رشد کاهو نتایج نشان داد افزایش مقدار بیوچار در خاک، سبب افزایش وزن خشک ریشه و بخش هوایی و مقدار کلروفیل گردید (Moradi, 2017). بررسی تأثیر کودکندرها بر ویژگی‌های کمی و کیفی نشای تویی گل حنای گینه‌نو (*Impatiens hawkeri* 12N-11P-18K-2.7Mgo-8S)، با افزایش کود کندرها میزان کلروفیل افزایش یافت (Mohammadi, 2015)، که با نتیجه این آزمایش مطابقت دارد. نیتروژن مهم‌ترین جزء ترکیبی کلروفیل، اسیدهای آمینه و آنزیم‌هاست، بنابراین ممکن است فعالیت مریستم‌ها، تقسیم سلولی و تعداد سلول‌ها را افزایش دهد. بیوچار موجب فراهم‌شدن نیتروژن و کاهش آبشویی آن می‌شود (Altay & Muftuoglu, 2004). کود کندرها نیز موجب افزایش بهره‌وری نیتروژن، افزایش رشد رویشی و بهبود سیستم فتوسنتزی و افزایش محتوای کلروفیل، رنگدانه‌ها و کربوهیدرات می‌شود (Andiru *et al.*, 2013) کاربرد بیوچار موجب افزایش محتوای کلروفیل، به دلیل تأثیر مستقیم آن در جذب منیزیم می‌باشد که جزء مهمی از رنگدانه کلروفیل است. آهن و منیزیم دو عنصر مهم و اساسی در تشکیل و ساخت کلروفیل به‌شمار می‌روند و افزایش مقدار کلروفیل برگ در اثر افزودن ماده آلی به خاک می‌تواند به میزان بالای آهن و منیزیم در ماده آلی کاربردی (ضایعات رز شاخه بریده) مربوط باشد (Adejumo *et al.*, 2016).

عنصر نیتروژن در ساخت کلروفیل شرکت نموده و مصرف آن باعث افزایش میزان کلروفیل و سطح برگ می‌شود. در آزمایشی به‌منظور بررسی تأثیر بیوچار باگاس نیشکر بر بهبود رشد گیاه ذرت، کاربرد بیوچار باعث افزایش کلروفیل، سطح برگ، ارتفاع گیاه و وزن خشک ریشه و اندام هوایی شد. بیوچار باگاس نیشکر، با افزایش میزان کلروفیل موجب بهبود فتوسنتز مواد هیدروکربنی شده است که از جمله نتایج آن، افزایش سطح برگ و به‌دنبال آن افزایش ارتفاع گیاه بود (Birya *et al.*, 2017).

#### محتوی کلروفیل کل و کاروتنوئید

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر مقادیر بیوچار، کود کندرها و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۳)، بیشترین میزان کلروفیل کل مربوط به تیمار  $B_3S_3$  (۰/۶۳۶mg/g) بود و کمترین میزان کلروفیل کل مربوط به تیمار  $B_1S_1$  (۰/۱۶mg/g) بود.

نتایج تجزیه نشان داد اثر مقادیر بیوچار و کودکندرها در سطح احتمال ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین مقدار کاروتنوئید در سطوح مختلف بیوچار نشان داد تیمار ۵ درصد وزنی بیوچار دارای بیشترین مقدار کاروتنوئید (۲/۷۴mg/g) بود (جدول ۴) و در تیمارهای کودکندرها، سطح سه ( $3 \text{ kg/m}^3$ ) دارای بیشترین مقدار کاروتنوئید (۲/۶۶mg/g) بودند (جدول ۵). به



شکل ۳. مقایسه میانگین برهمکنش بیوچار و کودکندها بر میزان کلروفیل کل برگ نشای سیکلامن  
Figure 3. Mean comparison interaction effect of biochar and SRF on total leaf chlorophyll content of *Cyclamen persicum* seedling

#### تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر مقادیر کود کندها در سطح احتمال ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری داشت. (جدول ۳). مقایسه میانگین تعداد برگ در سطوح مختلف کود کندها نشان داد، سطح سه (۳kg/m<sup>3</sup>) دارای بیشترین تعداد برگ (۷/۳۳) بود (جدول ۴). تأثیر کودکندهای ازموکوت (صفر، ۷۰، ۱۴۰ و ۲۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر رشد و گلدهی ارقام داوودی نشان داد تیمار ۷۰mg/kg تأثیر قابل‌توجهی در رشد، تعداد برگ و تعداد انشعابات گیاه داشت (Asrar, 2014). محققان گزارش کردند که کاربرد کود کندهای 10-8-16 باعث افزایش تعداد برگ، ارتفاع گیاه و تعداد گل‌آذین در آیریس (*Iberis semperflorens*) شد (Iapichino & Camerata, 2012) که با نتیجه این آزمایش مطابقت دارد. کودهای کندها حاوی مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و مقادیر متفاوتی از عناصر کم‌مصرف هستند. مصرف کافی کودهای نیتروژنه در فصل رشد سبب افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید مواد پرورده می‌گردد. همچنین با افزایش مصرف فسفر، رشد گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد، محتوی کلروفیل و فتوسنتز بیشتر شده و در نهایت موجب افزایش رشد رویشی در گیاه می‌شود (Mohammadi, 2015).

#### عرض تاج گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر مقادیر کودکندها در سطح ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین عرض تاج گیاه در سطوح مختلف کود کندها نشان داد، سطح سه (۳kg/m<sup>3</sup>) دارای بیشترین عرض تاج گیاه (۸/۰۷cm) بود (جدول ۴). پژوهش کاربرد کودکندها بر گل‌حنای باغچه‌ای (*Impatiens walleriana*) نشان داد بیشترین وزن خشک ساقه و عرض تاج پوشش برگ در سطوح کود کندهای ۶/۸ و ۳/۴ Kg/m<sup>3</sup> وجود دارد. کودهای کندها با آزادسازی دیرتر عناصر، موجب دسترسی گیاه به موادمغذی در طول کل چرخه زندگی می‌شوند (Andiru et al., 2013). در آزمایشی نیز کود کندها باعث افزایش قطر گیاه و عرض تاج گیاه گل در *Cyclamen persicum* شد (Cieciora et al., 2006) که با نتیجه این آزمایش مطابقت دارند. کودکندها سبب استفاده بهتر عناصر غذایی و افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شود. همچنین با افزایش آزادسازی تدریجی و کند عناصر غذایی، به طوری که بتواند منطبق با نیازهای غذایی گیاه باشد اغلب باعث بهبود راندمان مصرف کود نیتروژن می‌گردد. نیتروژن در ساخته‌شدن پروتئین‌ها نقش دارد و پروتئین‌ها در تشکیل سلول‌های مریستمی و تقسیم سلولی دخالت دارند. افزایش تقسیم سلولی و تأثیر مثبت نیتروژن در رشد رویشی گیاه مؤثرند (Rostamzadeh et al., 2013).



## وزن تر ریشه

اثر مقادیر بیوچار در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی داری بر وزن تر ریشه داشت (جدول ۳). طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین وزن (۱/۶۵g) مربوط به تیمار ۵ درصد وزنی بود (جدول ۵). عناصر غذایی از قبیل نیتروژن باعث بهبود تولید ریشه‌های جانبی و مویین، فسفر سبب تولید ریشه‌های عمیق تر و فراوان تر شده و پتاسیم نیز باعث تحریک رشد ریشه می‌شود کاربرد بیوچار سبب افزایش فراهمی عنصر نیتروژن و در نهایت جذب بیشتر این عنصر در گیاه می‌شود (Sharma, 2002) افزودن بیوچار به بستر سبب افزایش تهویه، ایجاد محیط مناسب برای گسترش سیستم ریشه‌ای و افزایش فراهمی فسفر نیز می‌گردد (Lehman et al., 2003)

## طول ریشه

اثر مقادیر کودکندها بر طول ریشه از لحاظ آماری در سطح ۰/۰۱ تفاوت معنی داری داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین طول ریشه در سطوح مختلف کودکندها نشان داد، سطح سه ( $3\text{kg/m}^3$ ) کود دارای بیشترین طول (cm) ۹/۸۹ بود (جدول ۴). قرار گرفتن کودکندها در ناحیه ریشه باعث ایجاد ریشه‌های فرعی و جدید و دسترسی بیشتر به مواد مغذی می‌شود. ویژگی مهم کودهای کندر هس آزاد سازی تدریجی و کند عناصر غذایی می‌باشد بنابراین اغلب باعث بهبود راندمان مصرف نیتروژن می‌گردد. نیتروژن باعث بهبود تولید ریشه‌های جانبی، مویین و تحریک رشد ریشه می‌شود. محققان گزارش کردند که کاربرد کود کندها از موکوت (۱۴-۶/۲-۱۱/۶) بر رشد و کیفیت میخک رقم Invitation باعث افزایش تعداد برگ، سطح برگ و افزایش رشد ریشه شد (Pak et al., 2004). کودکندها

مطلوب‌ترین اثر را بر سیستم ریشه، فتوسنتز و تجمع ماده خشک گیاه تنباکو داشت (Zhang et al., 2009) که با نتایج آزمایش مطابقت دارد.

## نتیجه‌گیری کلی

با توجه به این‌که در مرحله تولید نشای توپی ویژگی‌هایی از قبیل ارتفاع مناسب، تعداد برگ و سبزیگی گیاه حائز اهمیت است، تغذیه بهینه ویژگی‌های مذکور را بهبود می‌بخشد. کاربرد کودکندها و بیوچار باعث بهبود شاخص‌های رشد در گل سیکلامن شد. در برخی شاخص‌ها، کاربرد توأم کودکندها و بیوچار تأثیر بهتری نشان داد، به طوری که با کاربرد کود کندها ۳ کیلوگرم بر متر مکعب و بیوچار ۵ درصد وزنی بیشترین وزن تر اندام هوایی، محتوی کلروفیل کل و عرض پهنک اولین برگ بالغ نشاء حاصل گردید. از آنجایی که سیکلامن یکی از انواع گیاهان زینتی گلدانی گلدار محسوب شده و تعداد برگ، تعداد گل و ارتفاع مناسب در این گیاه به زیبایی، جذابیت و بازار پسنندی آن می‌افزاید، کاربرد کودکندها در مرحله نشایی این شاخص‌ها را بهبود می‌بخشد. در این پژوهش با کاربرد بیوچار و کود کندها بهترین نتایج حاصل شد و سطوح کودی ۳ کیلوگرم بر متر مکعب کودکندها و بیوچار ۵ درصد وزنی توصیه می‌شود. در این آزمایش مصرف توأم بیوچار و کودکندها موجب افزایش راندمان نیتروژن و آزادسازی عناصر مورد نیاز گیاه به صورت تدریجی و افزایش رشد نشای سیکلامن شد. در نهایت از دلایل کاهش یا عدم تأثیرگذاری بیوچار در برخی صفات رشد، احتمالاً می‌توان زمان محدود آزمایش و مقاومت بیوچار در آزادسازی برخی عناصر را برشمرد.

## REFERENCES

1. Adejumo, S.A., Owolabi, M.O. & Odesola, I.F. (2016). Agro-physiologic effects of compost and biochar produced at different temperatures on growth, photosynthetic pigment and micronutrients uptake of maize crop. *African Journal of Agricultural Research*, 11(8), 661-673.
2. Allaei, M., Naderi, R., Khaliqi, A. & Salami, A. (2005). Effect of different environmental treatments on seed germination (*Cyclamen persicum* Mill). *Journal of Research and Development*, 67, 36-43. (in Farsi).
3. Altay, H. & Muftuoglu, N. M. (2004). The effects of varying applications of nitrogen phosphorus and potassium on the size of *Cyclamen hederifolium* corms grown in peat medium. *In International Soil Congress (ISC) on Natural Resource Management for Sustainable Development*, pp. 7-10.
4. Andiru, G. A., Pasian, C. C., Frantz, J. M. & Jourdan, P. (2013). Longevity of controlled-release fertilizer influences the growth of bedding impatiens. *HortTechnology*, 23(2), 157-164.

5. Asrar, A. W., Elhindi, K. & Abdel-Salam, E. (2014). Growth and flowering response of chrysanthemum cultivars to Alar and slow-release fertilizer in an outdoor environment. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 12(2), 963-971.
6. Biry, M., Moezi, A. & Ameri-khah, H. (2017). Effect of sugarcane bagasse biochar on crop growth in soil contaminated with cadmium and lead. *Journal of Water and Soil*, 31(2), 626-609. (in Farsi)
7. Brouki Milan, F. (2015). *Effects of biochar on sunflower growth and soil water holding capacity under Saline condition*. M.Sc. thesis. Faculty of Agricultural Engineering, Tarbiat Modarres University, Iran. (in Farsi)
8. Carter, S., Shackley, S., Sohi, S., Suy, T. B. & Haefele, S. (2013). The impact of biochar application on soil properties and plant growth of pot grown lettuce (*Lactuca sativa*) and cabbage (*Brassica chinensis*). *Agronomy*, 3, 404-418.
9. Cieciora, M., Czuchaj, P. & Szczepaniak, S. (2006). The effect of fertilizers on growth and flowering of heterosis cultivars of *Cyclamen persicum* Mill from Halios group. *Acta Science Polon, Hortorum Cultus*, 5(2), 3-10.
10. Colomb, B., Kiniry, J. R. & Debaeke, P. (2000). Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field-grown maize. *Agronomy Journal*, 92(3), 428-435.
11. Eghtedari Naeni, A. (2012). *Advanced techniques in soilless culture management*. Khorasgan Islamic Azad University Press, 251pp. (in Farsi).
12. Fontes, P. C., Sampaio Júnior, J. D., Moreira, M. A., Guimarães, M. D. A., Puiatti, M. & Lani, E. R. (2008). Minituber potato seed yield as a result of nitrogen rates applied in the substrate. *Horticultura Brasileira*, 26(1), 116-120.
13. Ghasemi Ghahsareh, M. & Kafi, M. (2015). *Floriculture*. Vol 1. Ghasemi Press, 313 pp. (in Farsi).
14. Habibi, H., Motesharezadeh, B. & Alikhani, H. (2017). Effect of biochar and biological treatments on nutrient elements content (P, K, Ca, Mg, Fe and Mn) of Amaranthus in oil polluted soil. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 48 (2), 369-384. (in Farsi).
15. Iapichino, G. & Camerata S. G. (2012). Effects of different fertilization levels on *Iberis semperflorens* pot culture. In *VI International Symposium on Brassicas and XVIII Crucifer Genetics Workshop 1005*, pp. 443-446.
16. Javanmardi, J. (2010). *Plug seedling production*. Mashhad University of Jihad Press. 376pp. (in Farsi).
17. Kammann, C., Linsel, S., Gobling, J. W. & Koyro, H. W. (2011). Influence of biochar on drought tolerance of *Chenopodium quinoa* Willd and soil-plant relations. *Plant and Soil*, 345, 195-210.
18. Kaushal, T., Onda, M., Ito, S., Yamazaki, A., Fujikake, H., Ohtake, N. & Ohya, T. (2004). Effect of placement of urea and coated urea fertilizers on yield and quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seeds. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50(8), 1245-1254.
19. Khoshkhoui, M. (1999). *Plant Propagation, Principles and Practices*. Shiraz University Press. 373pp. (in Farsi)
20. Laird, D. A., Fleming, P., Davis, D. D., Horton, R., Wang, B. & Karlen, D. L. (2010). Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil. *Geoderma*, 158,443-449.
21. Lehmann, J., da Silva, J. P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W. & Glaser, B. (2003). Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil*, 249(2), 343-357.
22. Lehmann, J.J. & Gaunt, M.R. (2006). Biochar sequestration in terrestrial ecosystems a review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11(2), 395-419.
23. Mirzakhani, A. & Azimi, M. (2010). *Planting flowers and ornamental plants in the garden and house*. Agricultural Extension Press, 285 pp. (in Farsi).
24. Mohammadi, L. (2015). *The Effect of slow- release fertilizer and humic acid on the properties of (Impatiens hawkeri)*. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture Engineering, Shahrekord University, Iran. (in Farsi)
25. Moradi, N. (2017). *Biochar production of plant remains (pruning trees and straw) and studying its effect on the characteristics of calcareous soil and plant growth*. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture Engineering, Urmia University, Iran (in Farsi)
26. Nabaei, S.M., Hassandokht, M.R., Abdossi, V. & Ardakani M.R. (2020.) Effects of biochar application under organic and chemical nutrition on yield, some morpho-physiological and nutritional traits of tomato cv. Ismir (*Solanum lycopersicum* Mill cv. Izmir). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(1), 177-188. (in Farsi)
27. Naderi, R., Kermanshahi, M., Fattahi, M., & Khalighi, A. 2015. Evaluating features of cyclamen (*Cyclamen persicum* Mill.) progenies resulted from cross pollination. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46 (4) 575-579. (in Farsi)
28. Omidvar Langroudi, L. (2004). *Identification and design of a chemical slow release fertilizer*. M.Sc. Thesis. Chemical Engineering. Iran University of Science and Technology, Iran, (in Farsi).

29. Pak, C. H., Kang, S. W. & Lee, C. W. (2004). Influence of water-soluble and slow-release fertilizers on growth of pot carnation in C-channel mat irrigation system. *HortScience*, 39(4), 770-770.
30. Peng, D., Gu, M., Zhao, Y., Yu, F. & Choi, H. (2018). Effects of biochar mixes with peat-moss based substrates on growth and development of horticultural crops. *Horticultural Science and Technology*, 36(4), 501-512.
31. Rostamzadeh, A., Golchin, A. & Mohammadi, C. (2013). Influence of different sources and amounts of nitrogen on nitrogen use efficiency and yield of green cucumber. *Journal of Soil Science*, 23 (1), 15-26.
32. Ryan, J., Estefan, G. & Rashid, A. (2007). *Soil and plant analysis laboratory manual*. Icarda Press, 244 pp.
33. Sharma, A. K. (2002). *Biofertilizers for sustainable agriculture agrobios*. 407pp. India.
34. Singh, B., Singh, B. P., & Cowie, A. L. (2010). Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. *Soil Research*, 48(7), 516-525.
35. Sohi, S., Krull, E., Lopez Capel, E. & Bol, R. (2010). A review of biochar and its use and function in soil. *Advances in Agronomy*, 105, 47-82.
36. Wei, Y., Li, L., Ma, L., Chen, B. & Zhang, M. (2011). Effect of medium and controlled release fertilizers ratio on plug seedling of Dahlia. *Northern Horticulture*, 23(2): 20 (Abst).
37. Wellburn, A. R. (1994). The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*, 144, 307-31.
38. Woolf, D., Amonette, J.E., Street Perrott, F.A., Lehmann, J. & Joseph, S. (2010). Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications*, 1, 1-56.
39. Xiaowan, S., Du Jianjun, J. Z., Chenghe, H. & Hao, W. (2007). Progress in the application of slow/controlled release fertilizers. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 23(12), 234-238.
40. Zai-fan, H. U. A. N. G., Cheng-Shu, Z. H. E. N. G., Cui-hua, Z. H. A. N. G. & Ling-chao, F. A. N. (2009). Effects of controlled release fertilizer on available nutrient utilization rate and growth and ornamental quality of chrysanthemum. *Shandong Agricultural Sciences*, 22(10), 33-40.
41. Zhang, X., Peng, K., Wang, S. & Li, Z. (2009). Effect of slow-release fertilizer on the root system and photosynthesis of flue cured tobacco. *Zhongguo Shengtai Nongye Xuebao/Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 17(3), 454-458.
42. Ziyaeyan, A., Niromand Jahromi, M. & Noushad, H. (2011). Sugar beet reaction to application of slow nitrogen fertilizers. *Journal of SugarBeet*, 27 (1), 85-99. (in Farsi)