# بررسی اثر چندین تنظیم کننده رشد گیاهی بر ویژگی‌های رشدی، میزان کلروفیل و مقدار عناصر در فرفیون زینتی (*Euphorbia lactea* f. cristata)

**محمدتقی خدابنده‌اویلی [۱]، سپیده کلاته‌جاری [۲*] و محمدتقی پاداشت‌دهکایی [۳]**

۱- کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،
*khodabandeh243@gmail.com*

۲*- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،
*kalatejari@yahoo.com*

۳- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان زینتی لاهیجان، گیلان، ایران،
*padasht45@gmail.com*

*نویسنده مسئول: سپیده کلاته‌جاری

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۷

# Investigating the effects of several plant growth regulators on growth characteristics, chlorophyll content and amounts of the elements in Euphorbia lactea f. cristata

Mohamad Taghi khodabandeh Oili[1], Sepideh Kalateh Jari[2*] and Mohamad Taghi Padasht Dehkaee[3]

1- MS.c, Department of Horticulture, Agriculture and Food Technology college, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Ian, khodabandeh243@gmail.com

2*- Assistant Professor, Department of Horticulture, Agriculture and Food Technology college, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Ian, kalatejari@yahoo.com

3- Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Gilan Province, Lahijan Ornamental Flower Research Station, Gilan, Ian, padasht45@gmail.com

*Corresponding author: Sepideh Kalateh Jari

Received: January 2018 Accepted: October 2018

**Abstract**

Phytohormones are responsible for regulating and coordinating processes that occur in different parts of plants. The natural growth of a plant is regulated more by the interaction of stimulating and inhibiting phytohormones. *Euphorbia lactea* a member of Euphorbiaceae is a beautiful and popular ornamental plant with high demand and good market. Therefore, current research was carried out to improve the vegetative traits of this plant in a completely randomized design with three replications in greenhouse conditions in the year 2017. Effect of twelve experimental treatments were investigated which were comprised of control, 2,4-D (25, 50 and 100 mg/l), TDZ (5, 10 and 20 mg/l), GA3 (100, 200 and 400 mg/l) and a combination of 2,4-D and TDZ (5 and 10 mg/l). Treatments were applied eight times at intervals of seven days on the scions of the grafted plants. In the treatments with 2,4-D, the growth form of the scion was as granular bumps, in TDZ, was sporadically, in GA3, was as antler of a hart and in 2,4-D plus TDZ, it was a combination of granular and cone protrusions. Based on the results, the highest final weight of the scion was obtained from 400 mg/l GA3 treatment with average of 20.1 g. Also, among different plant growth regulators treatments, the highest amount of total chlorophyll content was achieved from 100 mg/l GA3 treatment with the mean of 0.94 mg/g fresh weight. K and P were maximum in 5 mg/l TDZ. Calcium amount was also maximum in 400 mg/l GA3 treatment.

**Keywords**: Cristation, *Euphorbia lactea*, Plant growth regulator, Scion.

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی
سال ۱۳۹۷، دوره ۱۳، شماره ۲، صص ۵۳-۴۷

**چکیده**

هورمون‌های گیاهی عهده‌دار تنظیم و هماهنگی فرآیندهایی هستند که در نقاط مختلف پیکر گیاهان صورت می‌گیرند. رشد و نمو طبیعی یک گیاه، بیشتر توسط اعمال متقابل هورمون‌های گیاهی تحریک کننده و بازدارنده تنظیم می‌شود. فرفیون (*Euphorbia lacteal*) از تیره Euphorbiaceae، گیاه زینتی زیبا و پر طرفداری است که بدلیل داشتن ساختاری خاص و تنوع شکل ظاهری، دارای تقاضای بالا و بازار فروش خیلی خوبی می‌باشد. از این رو تحقیق حاضر با هدف بهبود کمی و کیفی صفات رویشی این گیاه، به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای در سال ۱۳۹۶ اجرا گردید. اثر ۱۲ تیمار، متشکل از شاهد، 2,4-D در سه سطح ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، TDZ در سه سطح ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر، $GA_3$ در سه سطح ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ترکیبی از 2,4-D و TDZ ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مورد بررسی قرارگرفت. تیمارها به فاصله هفت روز یک بار و در هشت نوبت بر روی پیوندک‌های گیاهان پیوند شده اعمال گردیدند. در تیمارهای انجام شده با 2,4-D نحوه رشد پیوندک‌ها به صورت برجستگی‌های گرانوله، در TDZ به صورت کنگره‌ای، در $GA_3$ به صورت شاخ گوزنی و در تیمار 2,4-D توأم با TDZ به صورت ترکیبی از برجستگی‌های گرانوله و کنگره‌ای بود. بر اساس نتایج، بیشترین وزن نهایی پیوندک از تیمار اسید جیبرلیک ۴۰۰ میلی گرم در لیتر با میانگین ۲۰/۱ گرم به دست آمد. همچنین، بین تیمارهای مختلف تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، بیشترین میزان کلروفیل کل از تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، با میانگین ۰/۹۴ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر، حاصل شد. درصد پتاسیم و فسفر در تیمار تیدیازورون ۵ میلی‌گرم در لیتر بیشترین بودند. مقدار کلسیم نیز در تیمار اسید جیبرلیک ۴۰۰ میلی گرم در لیتر دارای حداکثر میزان کلسیم در بین تیمارها بود.

**کلمات کلیدی**: پیوندک، تنظیم کننده رشد گیاهی، دگرریختی، فرفیون.

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی
سال ۱۳۹۷، دوره ۱۳، شماره ۲، صص ۵۳-۴۷

**مقدمه و کلیات**

گیاه فرفیون با نام علمی *Euphorbia lactea* از خانواده *Euphorbiaceae*، گیاه زینتی زیبا و پر طرفداری است که بازار فروش مناسبی دارد. این گیاه به رنگ سبز تیره و واجد الگوهای نقره‌ای و زیگزاگی است. دارای خارهای کوچک، کوتاه و تیزی به طول ۲ الی ٦ میلی‌متر به تعداد زوج در امتداد وجه‌هاست. تکثیر این گیاه از طریق قلمه زدن در فصل بهار و تابستان انجام می‌شود. قلمه‌ها برای سه تا ٤ هفته در جای خنک نگهداری می‌شود (میربابایی، ١٣٩٤). البته نوع رنگی این افوربیا به سختی ریشه‌دار می‌شود و عموماً این افوربیا به صورت پیوند قابل دسترس می‌باشد. این گیاه فقط بر روی پایه افوربیا قابل پیوند زدن است. بهترین پایه برای افوربیا لاکتی دفرمه *Euphorbia canariensis*یا *Euphorbia resinifera* می‌باشد. یکی از دلایل پیوند زدن گیاهان، ایجاد تغییراتی در خصوصیات رشد گیاه است (Melnyk and Meyerowitz, 2015). به طور کلی رشد و نمو طبیعی یک گیاه، بیشتر توسط اعمال متقابل هورمون‌های تحریک کننده و بازدارنده تنظیم می‌شود. بعضی از هورمون‌های گیاهی محرک رشد هستند، در حالی که هورمون‌های دیگری همین فرآیندها را کند می‌کنند یا به تأخیر می‌اندازند (احمدی و همکاران، ١٣٨٣). فیتوهورمون‌ها در تولید عکس‌العمل در گیاهان، عمدتاً به طور تشدید کننده با هورمون‌های دیگر (synergism) عمل می‌کنند (فتحی و اسماعیل پور، ١٣٨٧). سیتوکینین‌ها تقسیمات سلولی را در حضور اُکسین تحریک می‌کنند که البته این مورد یکی از اثرات بارز سیتوکینین‌ها می‌باشد. سیتوکینین‌ها به طریقی متفاوت از اُکسین بر رشد یاخته‌ها مؤثرند و ساختن بعضی از مواد پروتئینی را نیز تحریک می‌کند. از بین اثرات چندگانه سیتوکینین‌ها تأثیرشان بر رشد یاخته‌ای و اندام‌زائی مهمترند (مطلوبی، ١٣٨٣). همچنین به نظر می‌رسد که سیتوکینین‌ها گاهی مکمل اثر اکسین‌ها در پدیده رشد و گاهی در تضاد با آن در تمایزیابی رشد و شاخه‌زایی هستند و در هر صورت وجود تعادل بین این دو هورمون از عوامل تعیین کننده رشد در گیاهان می‌باشد (Zeid, 2011). دگریختی (Cristation)عبارتست از پدیده‌ای که در اندام‌های گیاهی، تنوع مورفولوژیکی تولید می‌کند. این تنوع در نتیجه تغییر در فیزیولوژی گیاهان تولید شده رخ می‌دهد که ناشی از شرایط محیطی یا تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، به خصوص سیتوکینین‌هاست (Arellano-Perusquía *et al*., 2013). این پدیده در تیره کاکتوس‌ها و بسیاری از گونه‌های ساکولنت از تیره‌های افوربیاسه و کراسولاسه شایع است و بعضی مواقع به دلیل جذابیت زیاد، ارزش زینتی پیدا می‌کند (El-Banna *et al*., 2013). لازم به ذکر است که کاکتوس‌ها و ساکولنت‌ها به آلودگی فیتوپلاسمایی حساس هستند که نتیجه آن بروز دگریختی و رشد غیرطبیعی گیاه است. در این شرایط، اگر به عنوان یک گونه زینتی تکثیر شوند؛ می‌توانند به عنوان میزبان فیتوپلاسما، آلودگی را به سایر گونه‌های گیاهی نیز منتقل کنند (Dewir, 2016) که می‌تواند به عنوان مشکلی در جهت تجاری‌سازی دگریختی‌های خود به خودی مطرح باشد. در یک آزمایش بر روی چند گونه کاکتوس و ساکولنت، از جمله *Euphorbia lactea* تفاوت‌های آناتومیکی و تنوع ژنتیکی بین ساقه‌های طبیعی و ساقه‌هایی که به طور خود به خودی دگریخت شده بودند؛ مورد بررسی ومقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که وقوع دگریختی

حاصل یک جهش اپی‌ژنتیکی در بافت است (El-Banna *et al*., 2013). در آزمایش دیگری اثر تنظیم-کننده‌های رشد گیاهی بر اندام‌زایی گونه‌ای از کاکتوس (Ortegocactus macdougallii) در شرایط درون شیشه‌ای مورد بررسی قرار گرفت (Alexander). نتایج نشان داد تشکیل شاخساره فقط توسط اثر متقابل اکسین و سیتوکینین ممکن است (Arellano-Perusquía *et al*., 2013). پژوهشگران با روش‌های مختلف در صدد افزایش کمیت و کیفیت گل‌ها و گیاهان زینتی هستند و در این بین، کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی دارای اهمیت ویژه‌ای بوده که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به کاربرد وسیع جیبرلین‌ها و سایتوکینین‌ها در گیاهان زینتی اشاره کرد (Davis, 1988). در پژوهش حاضر نیز سعی شد اثر کاربرد خارجی تیمارهای تنظیم کننده رشد گیاهی در بهبود ویژگی‌های رشدی و خصوصیات گیاه افوربیا بررسی شود تا چنان چه تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بتوانند در این زمینه مؤثر واقع شوند؛ بدین وسیله دگریختی این گیاه را تحت کنترل قرار داد و با اطمینان خاطر بیشتری در مقایسه با دگریختی‌های طبیعی، اقدام به تجاری‌سازی نمود.

**فرآیند پژوهش**

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۶ در گلخانه‌ای در شهرستان نوشهر در استان مازندران با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. آزمایش شامل ۱۲ تیمار تنظیم کننده رشد گیاهی بود که برای محلول‌پاشی در غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر 2,4-D، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر TDZ، ۱۰۰، ۲۰۰ و ٤۰۰ میلی گرم در لیتر GA3 و نیز ترکیبی از TDZ و 2,4-D (۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر) آماده شدند. طبق شکل ۱، پیوندک‌های *Euphorbia lactea* بر روی پایه‌های تقریباً یکسان *Euphorbia resinifera* پیوند شدند. ابتدا سربرداری پایه‌ها با تیغ تیز انجام گرفت، سپس پیوندک‌های مناسب انتخاب شده و با دقت بر روی پایه‌ها قرار داده شدند؛ به طوری که آوندهای پایه و پیوندک حداقل در یک نقطه به یکدیگر متصل باشند و با کش حلقه‌ای بسته شد تا کاملاً اتصال برقرار شود و اصطلاحاً جوش بخورند. محلول‌پاشی فقط روی پیوندک‌ها انجام شد و تیمارها به فاصله هفت روز یک بار و در هشت نوبت اعمال گردیدند.

**شکل ۱: مراحل پیوندزنی، الف- آماده‌سازی پایه، ب- تهیه پیوندک، ج- نحوه اتصال، د- قرار دادن در مکان مناسب تا زمان جوش خوردن**

هر تیمار روی ۱۲ گلدان اجرا شد و پس از اتمام دوره اعمال تیمارهای هورمونی، پیوندک‌ها جدا شده و با ترازوی دیجیتالی وزن شدند. سپس انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل با استفاده از روش آرنون (Arnon, 1949) انجام شد. جذب نوری نمونه‌های آماده شده در طول موج‌های ٤٨٠، ٥١٠، ٦٤٥ و ٦٦٣ نانومتر به وسیله اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. مقدار کلروفیل بر حسب میلی گرم در گرم بافت تر برگ از طریق این فرمول محاسبه شد (Arnon, 1949):

$$T_{Chl}=\{۲۰/۲(A٦٤٥)-۸/۰۲(A٦٦٣)\}\times V/W\times ۱۰۰۰$$

میزان عناصر مختلف نیز پس از انتقال به آزمایشگاه مورد ارزیابی قرارگرفت. برای تعیین میزان پتاسیم و کلسیم، به بافت خشک شده نیتریک اسید غلیظ اضافه شده و بعد از حدود ٤٨ تا ٧٢ ساعت با استفاده از اجاق برقی، محلول‌ها تا دمای تبخیر حرارت داده شدند و در انتها میزان پتاسیم محلول توسط دستگاه نورسنج شعله‌ای اندازه‌گیری شد. پس از تهیه محلول‌های استاندارد، غلظت عناصر پتاسیم و کلسیم در محلول بافت گیاهی تعیین و در نهایت درصد عناصر مذکور در بافت محاسبه شد.

تعیین میزان عنصر فسفر، با استفاده از روش کالرومتری یا رنگ‌سنجی انجام شد و در نهایت جذب آن در طول موج ۷۳۰ نانومتر با استفاده از محلول‌های استاندارد فسفر در محدوده ۱۰ تا ۱۰۰ پی‌پی‌ام اندازه‌گیری و نتیجه بر اساس درصد فسفر در بافت محاسبه گردید.

داده‌ها پس از تست نرمالیته، به کمک نرم‌افزار SAS آنالیز آماری شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

## نتایج و بحث

**اثر تیمارهای تنظیم کننده رشد بر دگریختی:**

تیمارهای مختلف موجب بروز دگریختی به اشکال متفاوت در پیوندک‌ها شدند (شکل ۲). در تیمار با 4-D۲, نحوه رشد پیوندک‌ها به صورت برجستگی‌های گرانوله، در تیمار با TDZ به شکل کنگره‌ای، در صورت کاربرد $GA_3$ به صورت شاخ گوزنی و در شرایط استفاده توأم از 2,4-D و TDZ ترکیبی از برجستگی‌های گرانوله و کنگره‌ای حاصل شد.

**شکل ۲: نحوه رشد پیوندک‌ها پس از اعمال تیمارهای مختلف تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، الف- رشد گرانوله‌ای در اثر تیمار با 4-D۲، ب- رشد کنگره‌ای در اثر تیمار با TDZ، ج- رشد شاخ گوزنی در نتیجه تیمار با $GA_3$ و د- رشد ترکیبی گرانوله‌ای و کنگره‌ای در اثر تیمار مشترک 4-D۲ و TDZ**

این نتایج در تأئید یافته‌های (El-Banna *et al.*, 2013) است که گزارش کردند *Euphorbia lactea* شکل منظمی دارد در حالی که فرم دگرریخت شده آن به اشکال بی قاعده در می‌آید. بیشترین میزان دگرریختی پیوندک‌ها مربوط به کاربرد تیدیازورون ۵ میلی‌گرم در لیتر بود و پس از آن به ترتیب غلظت‌های مختلف 2,4-D، GA3 و سپس تیمار ترکیبی 2,4-D و TDZ بود و در آخر کمترین میزان دگرریختی در تیمار شاهد مشاهده شد. گزارش شده است که کاربرد خارجی TDZ می‌تواند بر غلظت هورمون‌های درون‌زا تأثیر بگذارد و نتیجه کاربرد آن در تیره افوربیاسه، تولید شاخساره بوده است. TDZ به عنوان بهترین سیتوکینین سنتزی موجود برای باززایی در گونه‌های مختلف گیاهی شناخته شده است. به طوری که در مقایسه با سایر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، فعالیت بیشتری از خود نشان می‌دهد و تأثیر مثبت آن در اندام‌زایی در غلظت‌های ۱۰ تا ۱۰۰۰ برابر کمتر از سایر فیتوهورمون‌ها حاصل می-شود (Guo *et al.*, 2011) که نتایج حاصل از پژوهش حاضر در تأئید این گزارش است. از طرفی عنوان شده است که تیمار ترکیبی 2,4-D و TDZ می‌تواند تحت شرایطی منجر به کاهش باززایی شاخساره شود (Guo *et al.*, 2011) که این مورد نیز با نتایج آزمایش حاضر مبنی بر کاهش میزان شاخساره تولیدی دگرریخت در این تیمار مطابقت دارد. تمام صفات مورد بررسی در این آزمایش که در ادامه آورده شده، در سطح ۱٪ آزمون دانکن معنی‌دار شدند.

**اثر تیمارهای تنظیم کننده رشد گیاهی بر وزن پیوندک:** نتیجه مقایسات میانگین مربوط به این صفت در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که پس از محلول‌پاشی، بیشترین وزن پیوندک (۲۰/۱ گرم) مربوط به تیمار $GA_3$ با غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر، بوده است که نسبت به وزن اولیه پیوندک پیش از اعمال تیمار، افزایشی معادل ۱۰۷٪ نشان داد. گزارش شده است که اسید جیبرلیک با کشش‌پذیری اندازه دیواره سلولی را افزایش می‌دهد و با تغلیظ شیره سلولی، سبب کاهش پتانسیل آب در سلول گیاهی شده و موجب ورود آب بیشتر به داخل سلول و طویل شدن آن می‌گردد (معمار مشرفی، ۱۹۹۷). این فیتوهورمون نقش بسیار مهمی در تنظیم رشد گیاه داراست به طوری که گذشته از تقویت انبساط سلولی، در تمایزیابی سلولی و پرآوری سلول‌ها نیز مشارکت دارد (Davière and Achard, 2013; Claeys *et al.*, 2014; Nanda and Melnyk, 2018). مواد تنظیم کننده رشد گیاهی چه در داخل گیاه به صورت طبیعی ساخته شوند و یا این که منشأ خارجی داشته باشند، الزاماً عکس‌العمل‌های مشابهی را در گیاهان به وجود می‌آورند (لاهوتی، ۱۳۷۰). بنابر این به نظر می‌رسد افزایش معنی‌دار وزن پیوندک در تیمار ذکر شده با توجه به این موارد قابل توجیه باشد. در آزمایشی با هدف بررسی اثر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر بهبود رشد گیاه *Euphorbia antisyphylitica* نیز افزایش وزن در اثر کاربرد جیبرلین مشاهده شد. این محققین گزارش کردند غیر از اثر مستقیم جیبرلین بر افزایش نفوذپذیری، تقسیم و اتساع سلولی، افزایش وزن در اثر تیمار جیبرلین می‌تواند به طور غیرمستقیم به واسطه تولید اتیلن نیز باشد که رشد ایزودیامتریک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Johari and Kumar, 2013).

**جدول ۱: تأثیر تیمارهای مختلف تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر ویژگی‌های *Euphorbia lactea***

**Table 1: Effects of various PGR treatments on the different characteristics of *Euphorbia lactea***

| تیمارهای تنظیم کننده رشد گیاهی (میلی گرم در لیتر) | | وزن پیوندک پس از محلولپاشی (گرم) | میزان کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن‌تر) | پتاسیم (درصد) | کلسیم (درصد) | فسفر (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Control (شاهد) | 0 | 9.3 [b] | 0.95 [a] | 1.7 [bc] | 0.87 [a] | 0.03 [ab] |
| 2,4-D | 25 | 4.1 [cd] | 0.43 [h] | 1.7 [bc] | 0.81 [ab] | 0.02 [de] |
| | 50 | 5.1 [bcd] | 0.55 [e] | 1.4 [ef] | 0.78 [bc] | 0.03[a-d] |
| | 100 | 8 [bcd] | 0.8 [c] | 1.4 [ef] | 0.72[cde] | 0.03[bcd] |
| TDZ | 5 | 9.1 [b] | 0.47 [g] | 1.8 [a] | 0.71[cde] | 0.04 [a] |
| | 10 | 8.1 [bcd] | 0.82 [b] | 1.6 [cd] | 0.88 [a] | 0.03[abc] |
| | 20 | 5.5 [bcd] | 0.74 [d] | 1.4 [fg] | 0.64 [e] | 0.02[cde] |
| | 100 | 3.6 [d] | 0.94 [a] | 1.7 [bc] | 0.72[cde] | 0.02[e] |
| $GA_3$ | 200 | 8.6 [bc] | 0.5 [f] | 1.6 [bc] | 0.77 [bc] | 0.02[de] |
| | 400 | 20.1 [a] | 0.93 [a] | 1.3 [g] | 0.89 [a] | 0.03[a-d] |
| TDZ+2,4-D | 5 | 7.5 [bcd] | 0.54 [e] | 1.5 [de] | 0.75[bcd] | 0.02[de] |
| | 10 | 6.8 [bcd] | 0.54 [e] | 1.7 [bc] | 0.67[de] | 0.02 [de] |

**میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.**

**Means with the same letters within each column are not significantly different at 1% level based on DMRT.**

**اثر تیمارهای تنظیم کننده رشد گیاهی بر میزان کلروفیل کل:** اثر تیمارهای مختلف تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در غلظت‌های متفاوت، بر میزان کلروفیل کل در سطح ۱٪ معنی‌دار شد که نتیجه مقایسات میانگین مربوط به این صفت در جدول ۱ آورده شده است. بیشترین میزان کلروفیل (۰/۹٤ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) در میان تیمارهای تنظیم کننده‌های رشدی متعلق به تیمار جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۱) که تفاوت معنی‌داری با تیمار ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک نداشت. از طرفی بر اساس نتایج به دست آمده (جدول ۱)، کمترین میزان کلروفیل (۰/٤۳ میلی گرم بر گرم وزن‌تر) مربوط به تیمار اکسین 2,4-D با غلظت ۲۵ میلی گرم در لیتر بود. در یک آزمایش بر روی گیاه هویج اظهار شد که کاربرد اسید جیبرلیک در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر توانست موجب افزایش میزان کلروفیل کل شود که نتیجه آن بهبود فتوسنتز گیاه است ((Abbas, 2011. یافته‌های آزمایش حاضر در تأئید این گزارش است. در گزارش دیگری بر روی سیب نیز کاربرد 2,4-D موجب افزایش محتوای کلروفیل نسبت به شاهد شد. هر چند که در گزارش مذکور، به موازات افزایش غلظت 2,4-D از ۵ به ۲۰ میلی‌گرم در لیتر، محتوای کلروفیل کاهش نشان داد (Khandaker *et al*., 2015). در آزمایش حاضر نیز احتمالاً غلظت‌های به کار رفته موجب کاهش میزان کلروفیل در مقایسه با شاهد شده است. محتوای کلروفیل عامل مهمی است که بیانگر وضعیت سلامت گیاه است (Abbas, 2011).

**مقدار عناصر:** مطابق جدول ۱، بیشترین درصد پتاسیم متعلق به تیمار تیدیازورون ۵ میلی‌گرم در لیتر با میانگین ۱/۸ درصد بود. کمترین درصد پتاسیم نیز از تیمار جیبرلیک اسید ٤۰۰ میلی گرم در لیتر با میانگین ۱/۳ درصد به دست آمد. طبق همین جدول، درصد کلسیم اندازه‌گیری شده در تیمار اسید جیبرلیک ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر با میانگین ۰/۸۹ درصد بیشترین بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار تیدیازورون ۱۰ میلی‌گرم در لیتر (۰/۸۸) نداشت. کمترین درصد کلسیم در تیمار تیدیازورون ۲۰ با میانگین ۰/٦٤ درصد وجود داشت. در خصوص فسفر نیز بر اساس جدول ۱، بیشترین درصد در تیمار تیدیازورون ۵ میلی‌گرم در لیتر با میانگین ۰/۰٤ مشاهده شد.

## نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، هر کدام از انواع تنظیم کننده‌های رشد گیاهی قادرند بر شکل رشدی پیوندک و دگرریختی *Euphorbia lactea* به اشکال متفاوت تأثیرگذار باشند که هر یک از این فرم‌ها می‌تواند بازارپسندی و ارزش تجاری‌سازی داشته باشد. ضمن این که با القای دگرریختی به طور مصنوعی از مشکلات احتمالی تکثیر گیاهانی که به طور طبیعی دگرریخت شده‌اند اجتناب می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده در آزمایش حاضر، بیشترین وزن پیوندک، بالاترین میزان کلروفیل کل و بیشترین درصد کلسیم مربوط به تیمار با غلظت‌هایی از اسید جیبرلیک بود. در حالی که حداکثر عناصر پتاسیم و فسفر مربوط به تیمار تیدیازورون ۵ میلی‌گرم در لیتر بودند.

## منابع


۱) احمدی، ع.، احسانزاده، پ. و جباری، ف. ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی گیاهی (جلد اول). دانشگاه تهران. ٦٥٣ صفحه

۲) فتحی، ق. و اسماعیل‌پور، ب. ۱۳۸۷. مواد تنظیم کننده رشد گیاهی (اصول و کاربرد) (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۸ صفحه.

۳) مطلوبی، م. ۱۳۸۳. تولید و پرورش میخک‌های بریدنی. انتشارات دفتر امور گل و گیاهان زینتی، دارویی و قارچ‌های خوراکی.

٤) میربابایی، م. ١٣٩٤. راهنمای کاکتوس (http://www.cactusguide.ir).

5) Abbas E.D. 2011. Effect of GA3 on growth and some physiological characterizes in carrot plant (*Daucus carota* L.). Ibn al-haitham Journal for pure and applied science, 24(3):33-9.

6) Arellano-Perusquía A., López-Peralta M.C., Chablé-Moreno F. and Estrada-Luna, A.A. 2013. Effect of growth regulators on the organogenesis and multiplication of *Ortegocactus macdougallii* Alexander. Propagation of Ornamental Plants, 13(23):160-7.

7) Arnon, D.T. 1949. Copper enzymes in isolation chloroplast phenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24:1-15.

8) Claeys, H., Bodt, S.D. and Inzé, D. 2014. Gibberellins and DELLAs: central nodes in growth regulatory networks. Trends Plant Sci, 19:231–239.

9) Davière J.M. and Achard, P. 2013 Gibberellin signaling in plants. Development, 140:1147–1151.

10) Davis, P.J. 1988. Plant hormones and their role in plant growth and development. Kluwer Academic Publishers. 432 p.

11) Dewir, Y.H. 2016. Cacti and succulent plant species as phytoplasma hosts: a review. Phytopathogenic Mollicutes, 6(1):1-9.

12) El-Banna, A., El-Nady, M., Dewir, Y. and El-Mahrouk, M. 2013. Stem fasciation in cacti and succulent species—tissue anatomy, protein pattern and RAPD polymorphisms. Acta Biologica Hungarica, 64(3):305-

13) Guo, B., Abbasi, B.H., Zeb, A., Xu, L.L. and Wei, Y.H. 2011. Thidiazuron: A multi-dimensional plant growth regulator. African Journal of Biotechnology, 10(45): 8984-9000.

14) Johari, S. and Kumar, A. 2013. *Euphorbia antisyphilitica*: Effect of growth regulators in improving growth and productivity of hydrocarbon yielding plant. International Journal of Life Science & Pharma Research, 3(4): 25-28.

15) Khandaker, M.M., Osman, N., Hossain, A.S., Faruq, G. and Boyce, A.N. 2015. Effect of 2, 4-D on Growth, Yield and Quality of Wax Apple (*Syzygium samarangense*, [Blume] Merrill & LM Perry var. Jambu Madu) Fruits. Sains Malaysiana, 44(10):1431-9.

16) Melnyk, C.W. and Meyerowitz, E.M. 2015. Plant grafting. Current Biology, 25(5):R183-188.

17) Nanda, A.K. and Melnyk, C.W. 2018. The role of plant hormones during grafting. Journal of plant research. 131(1):49-58.

18) Zeid, I.M. 2011. Alleviation of seawater stress during germination and early growth of barley. internation. Journal of agriculture: Research and Revie, 1(2): 59-67.