مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۳ شماره ۱ صفحه های ۱۵۷ تا ۱۶۶ (۱۴۰۱)
مقاله پژوهشی

اثر برخی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و شیوه‌های انگیزش تشکیل سوخک در سنبل (*Hyacinthus orientalis* L.) [۱]

Effect of Some Plant Growth Regulators and Methods for Inducing Bulblet Formation in Hyacinth (*Hyacinthus orientalis* L.)

محمدتقی زهرایی بصیر، داود عسگری [۲*]

چکیده

سنبل (*Hyacinthus orientalis* L.) یکی از محبوب‌ترین گیاهان سوخوار زینتی در ایران و جهان است. افزایش تجاری سنبل به روش رویشی و با استفاده از سوخ انجام می‌شود. به‌دلیل توانایی کم سوخ سنبل در تولید سوخک، نرخ افزایش این گیاه پایین می‌باشد. به همین دلیل، پژوهش حاضر با هدف بررسی امکان بهبود نرخ افزایش سنبل طراحی و اجرا گردید. تیمارهای آزمایش براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی با دو فاکتور شامل روش تحریک سوخ (ته‌برداری و ته‌شکافی) و اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از ایندول بوتریک اسید، جیبرلیک اسید و کینتین) به همراه تیمار شاهد بررسی گردید. نتیجه‌های پژوهش نشان داد در مقایسه بین روش‌های تحریک تولید سوخک، بیش‌ترین شمار سوخک (۱۴/۲۹ به ازای هر سوخ) در روش ته‌برداری و بیش‌ترین قطر سوخک (۲/۰۵ سانتی‌متر)، بلندترین ارتفاع سوخک (۲/۷۵ سانتی‌متر) و بیش‌ترین وزن سوخک (۴/۹۵ گرم) در روش ته‌شکافی، به‌دست آمد. همچنین، به کاربردن تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی منجر به افزایش معنی‌دار قطر، ارتفاع و وزن سوخک، شمار ریشه و وزن ریشه گردید. در مقابل به کاربردن تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به طور معنی‌داری شمار سوخک تولیدی به ازای هر سوخ را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، ته‌برداری، ته‌شکافی، سنبل، سوخ، سوخک.

مقدمه

سنبل (*Hyacinthus orientalis* L.) گیاهی چندساله است که از خانواده سوسن‌سانان و در رده تک‌لپه‌ای‌ها قرار دارد و از مهم‌ترین گیاهان زینتی سوخوار بومی مناطق مدیترانه‌ای، به‌ویژه شرق مدیترانه است. این گیاه دارای سه گونه می‌باشد که گونه *H. orientalis* از نظر تجاری و باغبانی دارای اهمیت بسیار زیادی است. سوخ سنبل چندساله، پوشش‌دار و همچنین بهار گل می‌باشد. از جمله کاربردهای مختلف آن می‌توان به استفاده از این گل به عنوان گل گلدانی، شاخه بریده و کشت در فضای آزاد اشاره کرد (۱۴:۱۰). استفاده از سنبل در بین ایرانیان افزون بر قدمت بالا، جایگاه ویژه‌ای نیز دارد و حضور این گیاه در برخی از مناسبت‌های ملی و مذهبی همچون عید نوروز بسیار رایج است (۳).

روش‌های مختلفی برای افزایش سنبل وجود دارد که می‌توان به استفاده از بذر، سوخ و کشت بافت اشاره کرد (۱۰). با توجه به طولانی شدن دوره نونهالی با کشت بذر و هزینه بالا در کشت بافت، کاربرد سوخ برای افزایش سنبل مرسوم می‌باشد (۱، ۲۵).

۱- تاریخ دریافت: ۹۹/۱۲/۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۳۰

۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (d.asgari@basu.ac.ir).

تەبرداری[1] و تەشکافی[2] و همچنین تیمار گرمایی، از راهکارهای کارآمد در بالا بردن نرخ افزایش سوخ می‌باشند. در بین روش‌های اشاره‌شده، تەبرداری و تەشکافی مرسوم‌ترین روش‌های تجاری تولید سوخ سنبل می‌باشد. در روش تەبرداری و تەشکافی، ۲ الی ۳ سال زمان نیاز است تا سوخک تولیدشده قابلیت گلدهی داشته باشد (۱۰). هدف از هر دو روش، حذف و یا کاهش چیرگی انتهایی سوخ و انگیزش تولید سوخک از صفحه پایه‌ای می‌باشد. در روش تەبرداری، صفحه پایه‌ای سوخ به شکل مخروطی خالی می‌شود و در روش تەشکافی در قسمت صفحه پایه‌ای سوخ چند شیار عمیق ایجاد می‌شود، سپس سوخ‌های تیمارشده در شرایط مناسب رشدی قرار می‌گیرند تا سوخک‌ها از بن فلس‌ها و یا محل تیمارشده تشکیل گردند. در روش تەبرداری در حدود ۴۰ تا ۶۰ عدد سوخک از هر سوخ مادری و در روش تەشکافی ۱۲ تا ۲۴ عدد سوخ به دست می‌آید. یادآوری می‌شود که سوخک‌های به‌دست‌آمده در روش تەبرداری، اندازه کوچک‌تری خواهند داشت (۱۴).

در پژوهشی، سوخک‌های نرین[3] با استفاده از روش تەشکافی تولید شدند. در این پژوهش مشخص شد که زمان استفاده از این روش در طول فصل رشد تأثیری بر تولید سوخک ندارد، اما سوخ‌های مادری بزرگ‌تر بعد از ۶ ماه سوخک‌های بزرگ‌تری را تولید کردند (۱۹). روش تەبرداری اولین بار در حدود سال ۱۷۱۵ رواج پیدا کرد (۸). Hanks و Rees (۱۱) اثر آبسایزیک اسید[4]، جیبرلیک اسید[5]، ایندول استیک اسید[6] و کینتین[7] بر تشکیل سوخک نرگس رقم 'فورچن'[8] را بررسی کردند. این تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در غلظت‌های ۱، ۱۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و در بستر ورمیکولایت به کار رفتند. نتیجه‌ها نشان داد بیش‌ترین شمار سوخک در تیمار کینتین به‌ویژه در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. در مطالعه دیگری فرهمند و خوشخوی (۹) اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر افزایش دو جمعیت نرگس شهلا با روش فلس دوقلو و نرگس مسکین با روش قاش‌برداری را بررسی کردند. نتیجه‌های آن‌ها نشان داد بیش‌ترین وزن و قطر سوخک در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر کینتین در جمعیت نرگس شهلا به دست آمد. همچنین، در جمعیت نرگس مسکین بیش‌ترین وزن و قطر سوخک در غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به دست آمد. در بررسی‌هایی که توسط Kumar و همکاران (۱۶) صورت گرفت، غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید سبب افزایش شمار سوخک‌های تولیدشده نسبت به شاهد در گل لاله باغچه‌ای[9] شد. از آنجایی که افزایش سنبل به‌صورت طبیعی زمان‌بر می‌باشد و در زمینه افزایش سنبل با روش تەبرداری و تەشکافی در داخل کشور پژوهشی کاربردی صورت نگرفته است، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر چند تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر انگیزش و تشکیل سوخک در سنبل به دو شیوه تەبرداری و تەشکافی در محیط کنترل‌شده گلخانه‌ای طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه پژوهشی - تولیدی بوعلی در سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۸ انجام گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی با دو فاکتور اجرا شد. فاکتور اول شامل شش سطح از تنظیم‌کننده‌های رشد مختلف (غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید[10]، غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید و غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر کینتین) به همراه تیمار شاهد (آب مقطر)، تیمارهای کنترل ۱ (محلول آب مقطر و سدیم هیدروکسید[11] که به عنوان حلال هورمون ایندول بوتریک اسید و کینتین استفاده شد) و تیمار کنترل ۲ (آب مقطر و اتانول[12] که به عنوان حلال هورمون جیبرلیک اسید استفاده شد) و فاکتور دوم شامل روش‌های مختلف تحریک سوخ (تەبرداری و تەشکافی) بود. هدف از تیمارهای کنترل ۱ و کنترل ۲ بررسی اثر حلال‌های هورمون‌های مختلف می‌باشد، چراکه در تهیه تیمارهای هورمونی ایندول بوتریک اسید و کینتین از سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال و در تهیه تیمار جیبرلیک اسید از اتانول ۹۸ درصد به‌عنوان حلال استفاده شد. برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد.

سوخ‌های مادری (رقم Blue Jacket) هلندی، از شرکت ساعی گل تهران خریداری گردید. سوخ‌ها اندازه یکسانی داشتند. جهت گندزدایی اولیه، فلس‌های بیرونی آسیب‌دیده حذف و سپس سوخ‌های مادری به‌طور کامل به مدت ۱۵ دقیقه در داخل محلول هیپوکلریت سدیم ۳ درصد غوطه‌ور شدند. جهت ساخت محلول گندزدای مدنظر از ترکیب تجاری هیپوکلریت سدیم ۵

۱- Scooping ۲- Scoring ۳- *Nerine sarniensis* ۴- Abscisic acid ۵- Gibberellic acid ۶- Abscisic acid
۷- Kinetin ۸- Fortune ۹- *Tulipa gesneriana* L. ۱۰- Indole-3-butyric acid ۱۱- Sodium hydroxide
۱۲- Ethanol

درصد استفاده شد. سوخ‌های مادری در جای مناسب نگه‌داری شدند تا خشک شوند. صفحه پایه‌ای سوخ‌های مادری با ابزار مناسب ته‌برداری و ته‌شکافی شدند.

جهت اعمال تیمار تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، سوخ‌ها به مدت ۱ ساعت در محلول هورمونی غوطه‌ور شدند. پس از اینکه سوخ‌ها خشک شدند، به قارچ‌کش بنومیل (۱۰ درصد) آغشته و در گلدان کشت شدند. سوخ‌ها به‌گونه‌ای کشت شدند که یک‌سوم سوخ در داخل بستر قرار گرفت. در این آزمایش از پرلایت با دانه‌بندی ۱ تا ۳ میلی‌متر و گلدان‌های با اندازه ۱۴ استفاده شد. سپس گلدان‌ها در دمای ۲۱ درجه سلسیوس به مدت ۲ هفته قرار داده شدند. پس از دو هفته، گلدان‌ها در دمای ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ درصد به مدت ۲ تا ۳ ماه قرار گرفتند. پس از کشت مراقبت‌هایی به‌منظور حفظ رطوبت محیط و دمای محیط کشت انجام شد. در پایان آزمایش (۱۱ ماه پس از کشت سوخ‌ها) ویژگی‌های مورد نظر بررسی و اندازه‌گیری شدند. پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع باقیمانده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. میانگین داده‌ها با کمک روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج

تجزیه واریانس اثر روش افزایش و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در ویژگی‌های ارزیابی‌شده

نتیجه‌های تجزیه واریانس اثر روش افزایش روی کمیت و کیفیت سوخک‌های تولیدشده نشان داد، اثر روش افزایش روی همه ویژگی‌های ارزیابی‌شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. همچنین، نتیجه‌های تجزیه واریانس اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی روی کمیت و کیفیت سوخک‌های تشکیل‌شده نیز نشان داد، تنظیم‌کننده‌های رشد روی همه ویژگی‌های ارزیابی‌شده به‌جز قطر سوخک در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد.

همچنین، نتیجه‌های بررسی برهمکنش روش افزایش و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر همه ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به‌جز ارتفاع سوخک در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد.

مقایسه میانگین اثر روش افزایش بر ویژگی‌های ارزیابی‌شده

نتیجه‌های جدول مقایسه میانگین اثر روش افزایش بر ویژگی‌های ارزیابی‌شده (جدول ۱) نشان داد روش‌های افزایش تأثیر معنی‌داری در نتیجه‌های بدست آمده داشت (شکل ۱). به‌طوری‌که در روش ته‌برداری ویژگی‌های شمار سوخک (۱۴/۲۹ عدد سوخک به ازای هر سوخ)، شمار ریشه (۶/۶۹ عدد به ازای هر سوخک)، طول ریشه (۷/۲۹ سانتی‌متر) و وزن ریشه (۰/۴۴ گرم) نسبت به روش ته‌شکافی به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. این در حالی به دست آمد که قطر سوخک (۲/۰۵ سانتی‌متر)، ارتفاع سوخک (۲/۷۵ سانتی‌متر)، وزن سوخک (۴/۹۵ گرم) و همچنین قطر ریشه (۰/۴۳ سانتی‌متر) در روش افزایش ته‌شکافی به‌طور معنی‌داری بالاتر بود.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های اثر شیوه افزایش روی برخی از ویژگی‌های ریخت‌شناسی سوخک سنبل.

Table 1. Means comparison of the effect of propagation method on some morphological traits of hyacinth bulblets.

تیمار Treatment	ویژگی‌ها Traits							
شیوه افزایش Propagation method	تعداد سوخک Number of bulblets	قطر سوخک Bulblet diameter (cm)	ارتفاع سوخک Bulblet height (cm)	وزن سوخک Bulblet weight (g)	تعداد ریشه Number of roots	قطر ریشه Root diameter (cm)	طول ریشه Root length (cm)	وزن ریشه Root weight (g)
ته‌برداری Scooping	14.29^{a†}	1.46^{b}	2.36^{b}	2.23^{b}	6.69^{a}	0.36^{b}	7.29^{a}	0.44^{a}
ته‌شکافی Scoring	3.18^{b}	2.05^{a}	2.75^{a}	4.95^{a}	4.96^{b}	0.43^{a}	5.32^{b}	0.31^{b}

† میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

† Means with the same letters in each column are not significantly different based on Duncan's Multiple Range Test at the 5% level of probability.

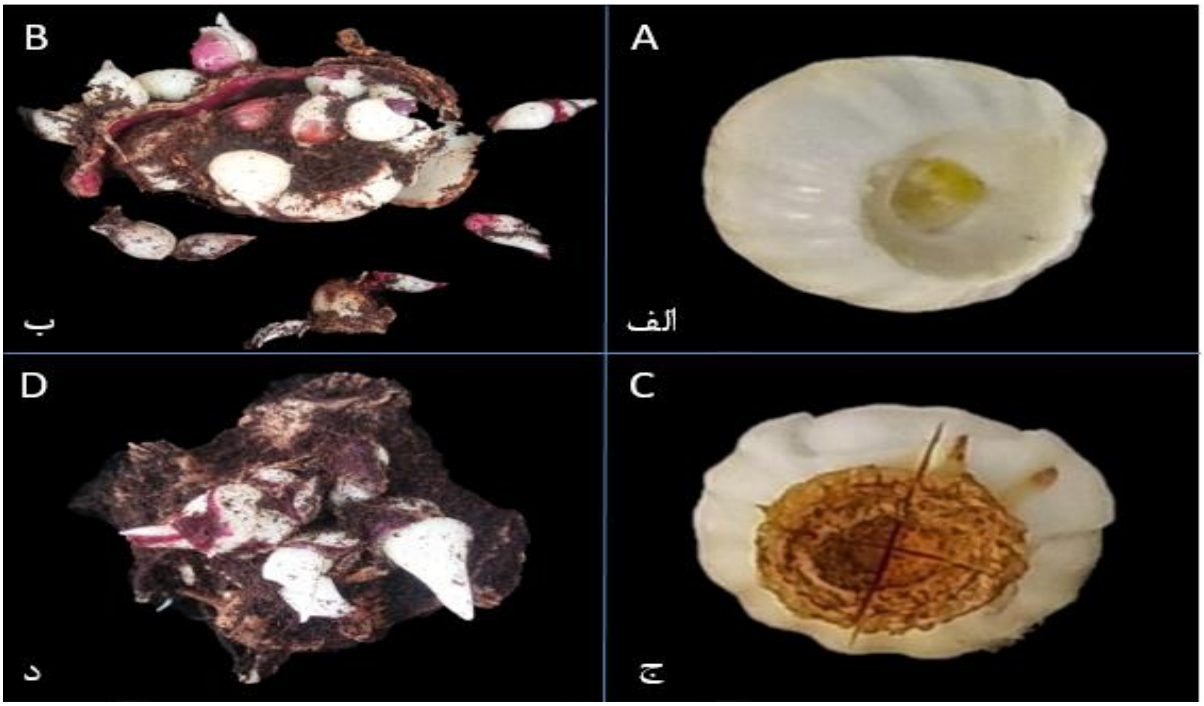

Fig. 1. Bulblets produced on hyacinth bulbs. (A) Scooping treatment; (B) Bulblets produced by scooping; (C) scoring treatment; (D) Bulblets produced by scoring .

شکل ۱- سوخک‌های تولیدشده روی سوخ‌های سنبل الف) تیمار ته‌برداری، ب) سوخک‌های تولیدشده با ته‌برداری ج) تیمار ته‌شکافی د) سوخک‌های تولیدشده با ته‌شکافی.

مقایسه میانگین اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر ویژگی‌های ارزیابی‌شده

نتیجه‌های جدول مقایسه میانگین اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر ویژگی‌های ارزیابی‌شده نشان داد (جدول ۲) بیش‌ترین سوخک تولیدشده در تیمار سدیم هیدروکسید و تیمار شاهد (آب مقطر) به ترتیب برابر ۱۳ و ۱۲/۴ عدد سوخک به ازای هر سوخ حاصل شد که با تیمار کینتین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۱/۸ عدد به ازای هر سوخ) تفاوت معنی‌داری نداشت. ویژگی قطر سوخک به‌طور معنی‌داری زیر تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی قرار گرفت و بیش‌ترین مقدار آن (۱/۹۱ سانتی‌متر) در تیمار ایندول بوتریک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار اتانول مشاهده شد.

ارزیابی تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر ارتفاع سوخک نشان داد، تیمار ایندول بوتریک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (بدون تفاوت معنی‌دار با کینتین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بیش‌ترین تأثیر را در تولید سوخک‌های بلندتر (۲/۸۲ سانتی‌متر) دارد. بیش‌ترین وزن سوخک زیر تأثیر تیمار ایندول بوتریک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۳/۹۳ گرم) و تیمار اتانول (۳/۸۶ گرم) حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نداشت. نتیجه‌های حاصل از بررسی ویژگی شمار ریشه نشان داد که بیش‌ترین شمار ریشه به ازای هر سوخک (۸/۷۵ عدد) در تیمار جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد.

بیش‌ترین میزان قطر ریشه در تیمار کینتین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (برابر با ۰/۴۹ سانتی‌متر) بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار شاهد مشاهده شد. بیش‌ترین طول ریشه در تیمار کینتین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۸/۲۷ سانتی‌متر) و تیمار اتانول (۷/۸۹ سانتی‌متر) به دست آمد که تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار شاهد (آب مقطر) وجود نداشت. بیش‌ترین وزن ریشه در تیمار کینتین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر برابر با ۰/۵۳ گرم و جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر برابر با ۰/۵۸ گرم به دست آمد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی روی برخی از ویژگی‌های ریخت‌شناسی سوخک سنبل.
Table 2. Means comparison of the effect of some plant growth regulators on some morphological traits of hyacinth bulblets.

تیمار Treatment	ویژگی‌ها Traits							
تنظیم‌کننده رشد گیاهی Plant growth regulator (mg.l)	تعداد سوخک Number of bulblets	قطر سوخک Bulblet diameter (cm)	ارتفاع سوخک Bulblet height (cm)	وزن سوخک Bulblet weight (g)	تعداد ریشه Number of roots	قطر ریشه Root diameter (cm)	طول ریشه Root length (cm)	وزن ریشه Root weight (g)
شاهد Control	12.4^{a†}	1.63^{c}	2.39^{cde}	3.28^{cde}	6.57^{b}	0.44^{ab}	7.30^{ab}	0.33^{c}
اکسین ۵۰ Auxin 50	10.00^{c}	1.72^{bc}	2.63^{abc}	3.10^{de}	5.42^{cd}	0.32^{e}	5.43^{cd}	0.19^{d}
اکسین ۱۰۰ Auxin 100	7.83^{d}	1.91^{a}	2.82^{a}	3.93^{a}	4.96^{de}	0.38^{cd}	5.18^{d}	0.21^{d}
جیبرلیک اسید ۵۰ GA_3 50	7.60^{d}	1.63^{c}	2.49^{bcd}	2.94^{e}	8.75^{a}	0.36^{de}	7.37^{ab}	0.42^{b}
جیبرلیک اسید ۱۰۰ GA_3 100	3.33^{e}	1.74^{bc}	2.56^{abcd}	3.77^{ab}	5.10^{de}	0.41^{bcd}	4.79^{d}	0.58^{a}
کینتین ۵۰ KIN 50	11.80^{ab}	1.61^{c}	2.26^{de}	2.98^{e}	5.87^{c}	0.49^{a}	6.59^{bc}	0.44^{b}
کینتین ۱۰۰ KIN 100	10.16^{bc}	1.74^{bc}	2.77^{ab}	3.43^{bcd}	7.10^{b}	0.43^{bc}	8.27^{a}	0.53^{a}
سدیم هیدروکسید (تیمار کنترل ۱) NaOH (control 1)	13.00^{a}	1.67^{bc}	2.16^{e}	3.68^{abc}	4.55^{e}	0.32^{e}	5.26^{d}	0.44^{b}
اتانول (تیمار کنترل ۲) ETOH (control 2)	8.80^{cd}	1.84^{ab}	2.65^{abc}	3.86^{a}	5.12^{de}	0.38^{cd}	7.89^{a}	0.31^{c}

† میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک ستون با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

† Means with the same letters in a column are not significantly based on Duncan's Multiple Range Test at the 5% level.

اثر برهمکنش روش افزایش و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر ویژگی‌های ارزیابی‌شده

بررسی مقایسه میانگین برهمکنش روش افزایش و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در تولید سوخک نشان داد، بیش‌ترین شمار سوخک در روش ته‌برداری هم‌زمان با تیمار کنترل سدیم هیدروکسید و همچنین در روش ته‌برداری هم‌زمان با تیمار شاهد (آب مقطر) برابر با ۱۹ عدد به ازای هر سوخ به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با روش ته‌برداری هم‌زمان با تیمار کینتین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و همچنین در روش ته‌برداری هم‌زمان با اکسین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۷/۳۳ عدد به ازای هر سوخ) نداشت (شکل ۲).

نتیجه‌های حاصل از بررسی برهمکنش تنظیم‌کننده‌های رشد روی ویژگی وزن سوخک نشان داد، بیش‌ترین وزن سوخک (۷/۲۱ گرم) در روش ته‌شکافی هم‌زمان با تیمار سدیم هیدروکسید به دست آمد (شکل ۳).

بیش‌ترین شمار ریشه (۱۲ عدد در هر سوخک) در روش افزایش ته‌شکافی هم‌زمان با تیمار جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (شکل ۴).

بیش‌ترین مقدار وزن ریشه (۰/۶۹ گرم) در روش ته‌برداری همراه با تیمار کنترل سدیم هیدروکسید به دست آمد که دارای تفاوت معنی‌داری با روش ته‌برداری همراه با جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نبود (شکل ۵).

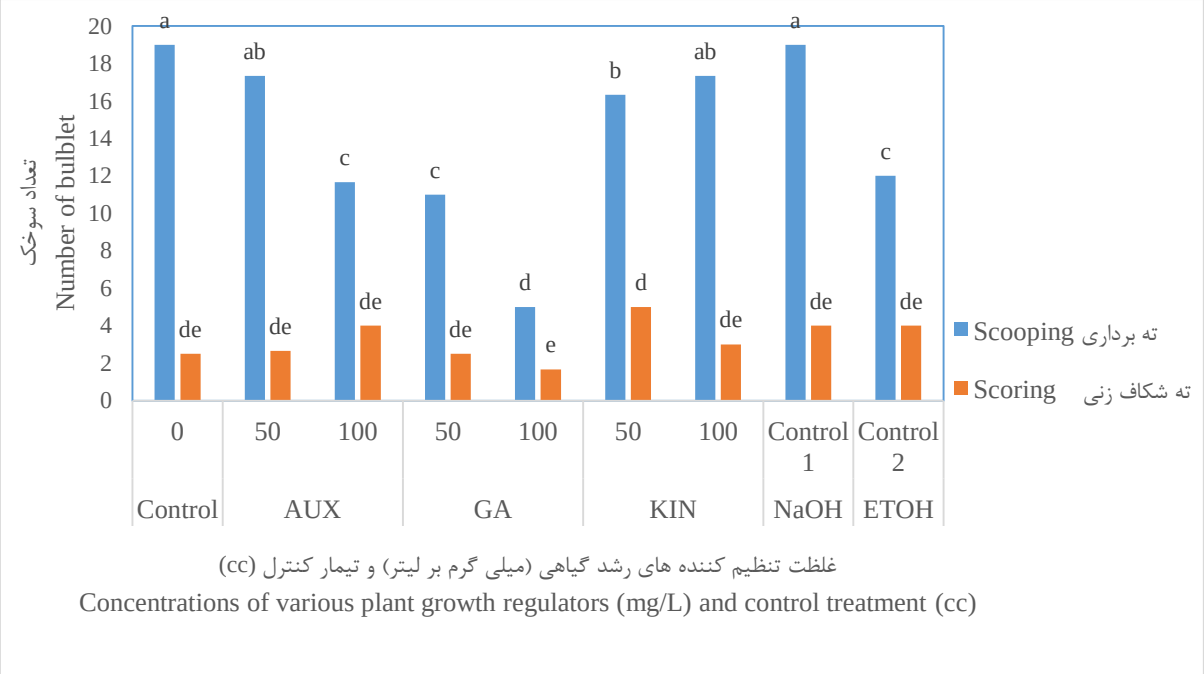

Fig. 2. Interaction effect of different plant growth regulators and propagation method on the number of bulblets in hyacinth.

شکل۲- برهمکنش تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مختلف و روش افزایش بر شمار سوخک سنبل.

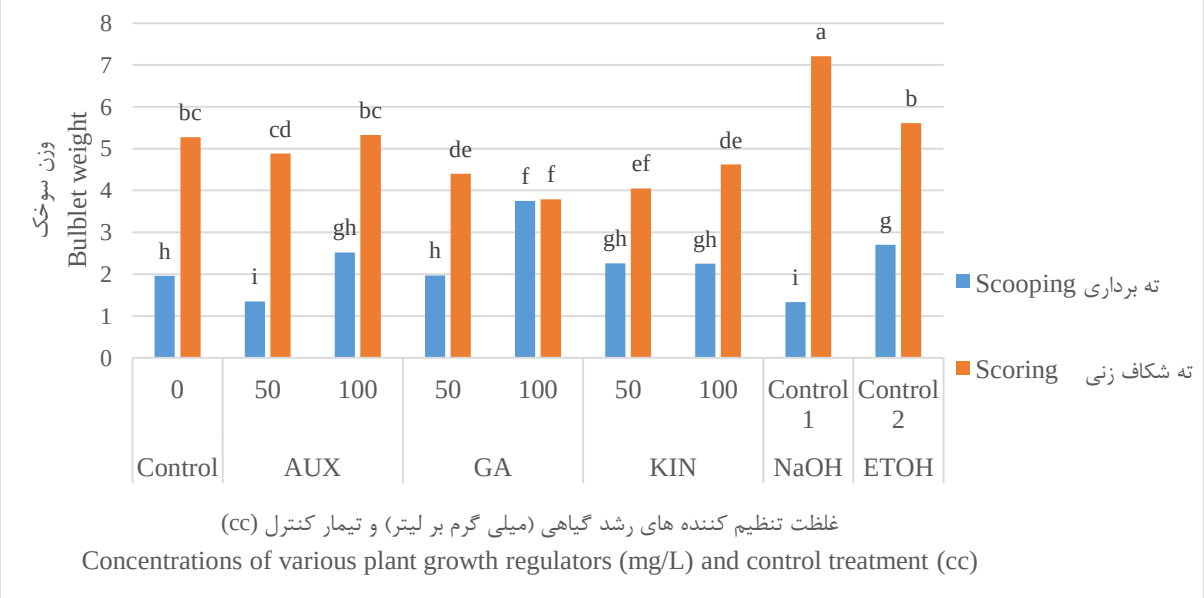

Fig. 3. Interaction effect of different plant growth regulators and propagation method on bulblet weight of hyacinth

شکل ۳- برهمکنش تنظیم کننده های رشد گیاهی و روش افزایش بر وزن سوخک گل سنبل.

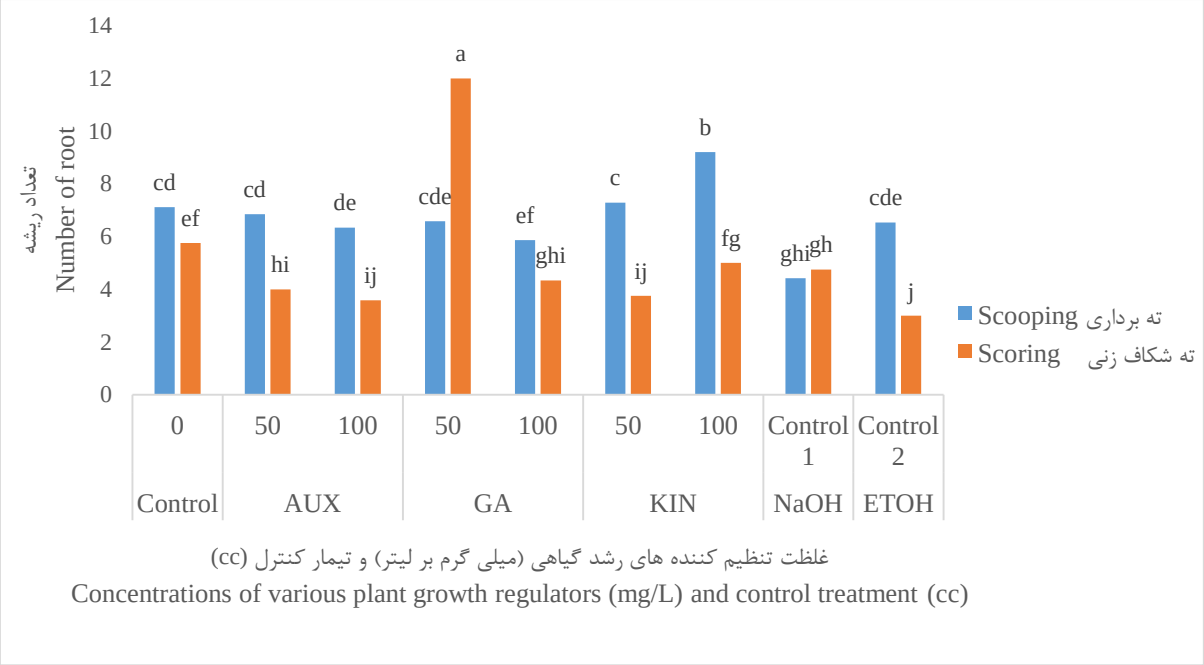

Fig. 4. Interaction effect of different plant growth regulators and propagation method on number of root of hyacinth bulblet.

شکل ۴- برهمکنش تنظیم کننده های رشد گیاهی و روش افزایش بر شمار ریشه سوخک گل سنبل.

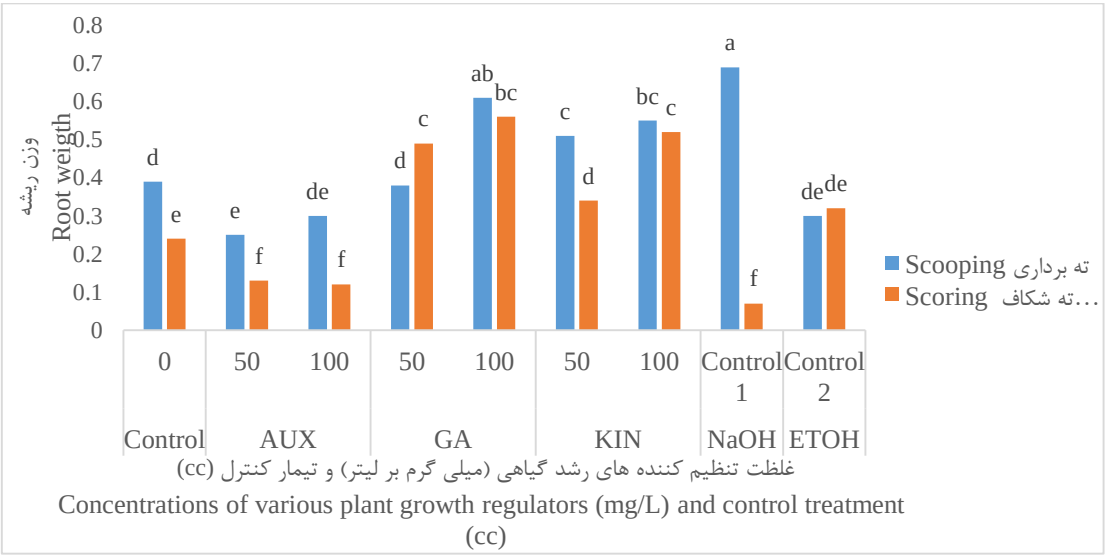

Fig. 5. Interaction effect of different plant growth regulators and propagation method on root weight of hyacinth bulblet.

شکل ۵- برهمکنش تنظیم کننده های رشد گیاهی و روش ازدیاد بر وزن ریشه سوخک گل سنبل.

بحث

اثر مثبت روش‌های تحریک سوخ جهت تولید سوخک بیشتر به ازای هر سوخ اثبات شده است (۱۵). روش‌های تحریک سوخ با حذف چیرگی انتهایی سبب تحریک و افزایش تولید سوخک به ازای هر سوخ می‌شوند (۱۳). در پژوهش حاضر، بیش‌ترین شمار سوخک در روش ته‌برداری حاصل شد. از آنجایی که هر دو روش ته‌برداری و ته‌شکافی در از بین بردن چیرگی انتهایی و انگیزش تولید سوخک مؤثر هستند، احتمال دارد تولید بیشتر سوخک در روش ته‌برداری به دلیل اثر بیشتر ته‌برداری در حذف چیرگی انتهایی سوخ باشد. چیرگی انتهایی زیر تأثیر روش‌های ته‌برداری و ته‌شکافی کاهش می‌یابد (۱۰). در پژوهش Solgi و

همکاران (۲۳) نیز در بررسی روش‌های مختلف تحریک سوخ، کم‌ترین شمار سوخک در روش ته‌شکافی مشاهده گردید. در این پژوهش بیش‌ترین قطر، ارتفاع و وزن سوخک در روش ته‌شکافی حاصل شد. احتمال دارد در شرایطی که شمار سوخک بیشتری تشکیل می‌شود (در روش ته‌برداری) رقابت برای جذب مواد غذایی افزایش‌یافته، در نتیجه قطر و وزن سوخک‌های تولیدی کاهش می‌یابد. معمار مشرفی و همکاران (۱۷) رابطه بین شمار سوخک کمتر و کیفیت بالاتر سوخک‌های تولیدشده را مطالعه کردند.

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در افزایش گیاهان سوخوار مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۸) و در گیاهانی مانند سنبل (۲۲) و نرگس (۹) می‌تواند برخی از ویژگی‌ها را بهبود بخشد. در پژوهش حاضر استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در ویژگی‌های قطر، ارتفاع و وزن سوخک، تعداد ریشه و وزن ریشه اثر مثبت و در ویژگی‌های قطر ریشه، طول ریشه بدون اثر معنی‌دار و در ویژگی‌های تعداد سوخک اثر منفی داشت. در بین ویژگی‌های ارزیابی‌شده شمار سوخک تولیدشده به ازای هر سوخ اهمیت ویژه‌ای دارد که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی روی این ویژگی مؤثر نبود. عدم تأثیر و یا حتی اثر منفی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در تولید سوخک در سنبل نیز مشاهده شده است (۶). احتمال داده می‌شود سطح هورمون درونی سوخ برای تولید سوخک به‌اندازه کافی باشد و به همین دلیل کاربرد بیرونی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نمی‌تواند کارا باشد. همچنین، احتمال داده می‌شود تناسب هورمون‌های داخلی سوخ با به کار بردن هورمون‌های بیرونی از حالت بهینه خارج شود و به همین دلیل بر تولید سوخک اثر منفی داشته باشد.

در این پژوهش بیش‌ترین سوخک تولیدشده به ازای هر سوخ در تیمار شاهد و سپس در تیمار سدیم هیدروکسید به دست آمد. استفاده از سدیم هیدروکسید با هدف کنترل حلال در تیمار اکسین بود که خود به‌تنهایی به‌منزله یک تنظیم‌کننده رشد نیست و از همین رو می‌توان آن را مشابه شاهد عنوان کرد. استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در تولید سوخک گل جام زرین پائیزه (*Sternbergia lutea*) نیز مؤثر نبود (۲۰).

در این پژوهش استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی روی بسیاری از ویژگی‌های رویشی ارزیابی‌شده مؤثر واقع شد. احتمال داده می‌شود استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی می‌تواند پس از تشکیل سوخک سبب افزایش رشد رویشی آن گردد. بسیاری از ویژگی‌های رویشی زیر تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی می‌باشند (۵).

بیش‌ترین میزان قطر، ارتفاع و وزن سوخک تولیدشده در تیمار ایندول بوتریک اسید (غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) حاصل شد که با نتیجه‌های حاصل از پژوهش Akcal و Kahraman (۲) همخوانی دارد. Pierik و Steegmans (۲۱) نیز نشان دادند که ترکیب‌های مختلف هورمون اکسین روی شمار و وزن سوخک‌های تولیدشده در گیاه سنبل تأثیرگذار هستند. از آنجایی‌که اکسین‌ها در فرایندهای نموی گیاهان نقش ویژه‌ای دارند، کاربرد اکسین خارجی در کنار سیتوکنین داخلی گیاه سبب افزایش تقسیم و تحریک طویل شدن یاخته‌ای می‌گردد (۲۴). احتمال داده می‌شود در پژوهش حاضر نیز اکسین با کمک به افزایش تقسیم و تحریک طویل شدن یاخته‌ای منجر به بهبود بسیاری از ویژگی‌های رویشی شده است.

نتیجه‌های حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که جیبرلیک اسید در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سبب تولید شمار ریشه بیشتر شده است. احتمال داده می‌شود جیبرلیک اسید با تحریک ریشه‌زایی و سرآغازه‌های ریشه منجر به تولید ریشه شده است. Hardtke (۱۲) و Dolan و Davies (۷) نشان دادند که جیبرلیک اسید باجلوگیری از تقسیم یاخته‌ای برخی از پروتئین‌های بازدارنده موجود در ریشه موجب افزایش تقسیم یاخته‌ای در ریشه و در نهایت تولید و رشد ریشه بیشتر می‌گردد. اثر مثبت جیبرلیک اسید در تولید ریشه پداژه زعفران با افزایش تقسیم و تحریک طویل شدن یاخته‌ای ریشه مشخص شده است (۴).

در پژوهش حاضر ویژگی طول ریشه در تیمار سیتوکنین و تیمار کنترل اتانول به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. از آنجایی که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد (آب مقطر) مشاهده نشد، بنابراین احتمال می‌رود سیتوکنین تأثیر مثبتی در این ویژگی نداشته باشد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که در تولید تجاری سنبل با استفاده از روش‌های تحریک سوخک‌زایی همانند ته‌برداری و ته‌شکافی می‌توان نرخ افزایش سوخ را بهبود بخشید. همچنین، به نظر می‌رسد استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی برای تولید سوخک ضروری نیست.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله نویسندگان این مقاله از مدیریت مجموعه پژوهشی– تجاری گلخانه بوعلی به دلیل تأمین هزینه‌های مالی جهت انجام این پژوهش و سایر همکاری‌های صورت گرفته، صمیمانه مراتب تشکر و قدردانی خود را اعلام می‌نمایند.

منابع References

1. Aitken-Christie, J., T. Kozai, and, M. A. L. Smith. 2013. Automation and environmental control in plant tissue culture. Springer Science and Business Media.
2. Akçal, A.R.D.A., and, Ö. Kahraman. 2016. Different approaches on bulblet formation with scaling in Madonna lily (*Lilium candidum*). Scientific Papers, Series B, Hort. 60(1): 209-216.
3. Alam, A., M. Iqbal, and S. Vats. 2013. Cultivation of Some overlooked bulbous ornamentals-A review on its commercial viability. Rep. Opinion. 5: 9-34.
4. Amirshekari, H., A. Soroushzadeh, S.S. Modares, and J.M. Jalali. 2006. Study of effects of root temperature, corm size and gibberllin on underground organs of safron (*Crocus sativus* L.). Iran. J. Biol. 19(1): 5-18. (In Persian).
5. Arteca, R.N. 2013. Plant Growth Substances: Principles and Applications. Springer Science and Business Media. 347 pp.
6. Bach, A. 1990. Shoot multiplication and bulblet production of hyacinth (*Hyacinthus orientalis* L.) in vitro. Shoot multiplication and bulblet production of hyacinth (*Hyacinthus orientalis* L.) in vitro, (150).
7. Dolan, L., and J. Davies. 2004. Cell expansion in roots. Curr. Opin. Plant Biol. 7(1): 33-39.
8. Doorenbos, J. 1954. Notes on the history of bulb breeding in the Netherlands. Euphytica, 3(1): 1-18.
9. Farahmand, H., and M. Khosh-khui. 2006. Effect of growth regulators on propagation of two *Narcissus* L. populations through twin-scaling and chiiping methods. Iran. J. Hort. Sci. Technol. 7(3): 169-180. (In Persian).
10. Ghasemi ghehsareh, M., and M. Kafi. 2016. Floriculture. Vol.1. Publisher Masoud Ghasemi Ghehsareh. 314 pp. (In Persian).
11. Hanks, G.R., and A.R. Rees. 1977. Growth regulator treatments to improve the yield of twin-scaled narcissus. Sci. Hort. 6(3): 237-240.
12. Hardtke, C.S. 2003. Gibberellin Signaling: GRASs Growing Roots Dispatch. Curr. Biol. 13(9): R366-R367.
13. Jalili marandi, R. 2012. Plant propagation, 4th ed. Urmia University Jihad Publications. 467 pp. (In Persian).
14. Kamenetsky, R., and H. Okubo. 2012. Ornamental geophytes: from basic science to sustainable production. CRC Press. 578 pp.
15. Kapczyńska, A. 2019. Effect of chipping and scoring techniques on bulb production of Lachenalia cultivars. Acta Agrobot. 72(1).
16. Kumar, R., N. Ahmed, D. B. Singh, O.C. Sharma, S. Lal, and M.M. Salmani. 2013. Enhancing blooming period and propagation coefficient of tulip (*Tulipa gesneriana* L.) using growth regulators. Afr. J. Biotechnol. 12(2).
17. Meamar Moshrefi. M., A. Moine and I. Tavassolian. 2002. Effects of plant growth regulators NAA, BAP, different explants scale and photoperiod on tissue culture of *Lilium ledebourii* Boiss. Iran. J. Field. Crop Sci. 4(4): 253-264. (In Persian).
18. Miller, W. 2012. Current status of growth regulator usage in flower bulb forcing in North America. Flor. Ornam. Plant Biotech. 6(1): 35-44.
19. Mori, G., H. Hirai, and H. Imanishi. 1996. Vegetative propagation of Nerine bulbs by cross-cutting. In VII International Symposium on Flowerbulbs. 430: 377-382.
20. Nazari, F. 2019. Propagation of endemic and endangered Sternbergia lutea with a high ornamental value by bulb chipping and plant growth regulators. Acta Sci. Pol.-Hortorum Cultus. 18(2): 123- 131.
21. Pierik, R.L.M., and H.H.M. Steegmans. 1975. Effect of auxins, cytokinins, gibberellins, abscisic acid and ethephon on regeneration and growth of bulblets on excised bulb scale segments of hyacinth. Physiol. Plant. 34(1): 14-17.
22. Santos, A., F. Fidalgo, and I. Santos. 2006. In vitro propagation of *Hyacinthus orientalis* cv. Jan Boss from bulb twin-scale explants. Flor. Ornam. Plant Biotech. 2(c): 561-563.
23. Solgi, M., K. Dastyari, and E. Hadavi. 2015. The evaluation effects of some vegetative propagation methods and plant growth regulators on bulblet production rate in crown imperial (*Fritillaria imperialis* L.). J. Hort. For. Biotechnol. 19(1): 1-6.

24. Taiz, L., and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology: Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger. Sinauer Associates. Sunderland MA. US. 692 pp.
25. Ziv, M., and H. Lilien-Kipnis. 2000. Bud regeneration from inflorescence explants for rapid propagation of geophytes in vitro. Plant Cell Rep. 19(9): 845-850.

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 23 (1): 157-166 (2022)
Research article

Effect of Some Plant Growth Regulators and Methods for Inducing Bulblet Formation in Hyacinth (*Hyacinthus orientalis* L.)

M.T. Zahraei Basir and D. Asgari*[1]

Hyacinth (*Hyacinthus orientalis* L.) is one of the most popular ornamental bulbous plants in Iran and the world. The commercial propagation of hyacinth is done with vegetative methods and using bulbs. Due to the low ability of hyacinth to produce bulblets, the growth rate of this plant is low. For this reason, the present study was designed and conducted to investigate the possibility of improving the propagation rate of hyacinth. The experiment was performed as factorial in a compactly randomized design with two factors including Inducing method of bulblet formation (scooping and scoring) and plant growth regulators (50 and 100 mg L^{-1} IBA, GA, or Kin). Distilled water, ethanol and sodium hydroxide were used as control. The results showed that the highest number of bulblets per bulb (14.29) was obtained in the scooping treatment. However, the highest bulblet diameter (2.05 cm), the highest bulblet height (2.75 cm) and the maximum bulblet weight (4.95 g) were obtained in the scoring treatment. As well as, the use of plant growth regulators led to a significant increase in bulb diameter, height and weight, number of roots and root weight. On the other hand, the use of plant growth regulators significantly reduced the number of bulbs produced per bulb.

Keywords: Bulb, Bulblet, Hyacinth, Plant growth regulator, Scooping, Scoring.

1. M.Sc. Student and Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran, respectively.
* Corresponding author, Email: (d.asgari@basu.ac.ir).