



فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی  
جلد ۱۴، شماره ۱، صفحات ۴۵-۵۵  
(بهار ۱۳۹۷)

## اثر ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر شاخص‌های رشدی گل مغربی

یعقوب میکائیلی<sup>۱</sup>، حسن نورافکن<sup>۲</sup>، جلیل اجلی<sup>۳</sup>

۱ گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

۲ باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران Nourafcan@m-iau.ac.ir (مسئول مکاتبات)

۳ گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

### شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۰۲

### واژه‌های کلیدی

- ♦ اکسین
- ♦ بنزیل آدنین
- ♦ تنظیم کننده رشد گیاهی
- ♦ سایتوکینین
- ♦ هورمون گیاهی

**چکیده** تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به روش‌های گوناگون بر گیاهان اثر گذاشته و باعث تنظیم رشد و نمو می‌شوند. از بین این مواد، اکسین و سایتوکینین معمولاً به عنوان محرک تقسیم و توسعه سلول شناخته شده و توسعه اندامی را سبب می‌شوند. در این راستا، پژوهشی جهت ارزیابی اثر محلول‌پاشی ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین در غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در قالب طرح کاملاً تصادفی روی گل مغربی به صورت گلدانی به اجرا در آمد. محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی توانست بر بیشتر صفات مورد ارزیابی اثر مثبتی داشته باشد و در بین دو تنظیم‌کننده رشد، بنزیل آمینوپورین مؤثرتر بود. با افزایش غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد مصرفی، شاخص‌های رشدی گل مغربی نیز افزایش یافت. اثر بهبود دهنده رشد اندام هوایی گیاه در محلول‌پاشی با بنزیل آمینوپورین مشهودتر بود در حالی که ایندول استیک اسید بر رشد ریشه اثر افزایشی بیشتری داشت. بنابراین، محلول‌پاشی با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین و ایندول استیک اسید برای بهبود اولیه رشد گل مغربی قابل توصیه است.



این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

DOI: 10.22034/AEJ. 2018.541233

فعالیت آنزیمی و انعطاف پذیری سلول های مقصد می توانند تأثیر به سزایی روی توزیع مواد فتوسنتزی بگذارند.<sup>[۱۳]</sup>

فراوان ترین اکسین طبیعی ایندول استیک اسید<sup>۶</sup> است.<sup>[۲۱]</sup> ایندول استیک اسید طویل شدن سلول گیاهی، آغازش ریزش جانبی و رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می دهد.<sup>[۱]</sup> اکسین ها تنوع گسترده ای از اثرات بر گیاهان دارند و این اثرات همراه با غلظت، فرم شیمیایی اکسین، حضور تنظیم کننده های رشدی دیگر و حتی مرحله رشد گیاه تغییر خواهد کرد.<sup>[۲۶]</sup>

سایتوکینین ها در نقاط مرستمی، نواحی دارای قابلیت رشد مداوم شامل ریشه ها، برگ های جوان و میوه های در حال رشد و دانه ها یافت می شوند.<sup>[۹]</sup> بنزیل آمینوپورین<sup>۷</sup> جزو سایتوکینین ها بوده که به عنوان مفیدترین و مؤثرترین سایتوکینین جهت تکثیر شاخه شناخته شده و می تواند غالبیت انتهایی را کاهش و باعث جلوگیری از اثر افزایش انتهایی روی جوانه های جانبی و تحریک تکثیر شاخساره های جانبی از این جوانه ها شود.<sup>[۳،۴]</sup> بنزیل آمینوپورین اولین نسل از سایتوکینین های مصنوعی است که در رشد و نمو گیاه، گل دهی و پرشدن میوه به وسیله تقسیم سلولی دخالت دارد. استعمال

**مقدمه** نظر به اهمیت گیاهان دارویی در سلامت جامعه و نقش آن ها در اشتغال و ارزآوری، بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد کمی و کیفی آن ها از نظر دارویی و اقتصادی بسیار مهم است. بنابراین، لازم است تا پژوهش های همه جانبه ای برای شناسایی خواص درمانی، تفاوت های مورفولوژیکی، فیتوشیمیایی و ژنتیکی گیاهان دارویی صورت پذیرد.<sup>[۱۴]</sup>

گل مغربی<sup>۱</sup> از تیره گل مغربیان<sup>۲</sup> گیاهی دوساله و کوتاه عمر است که در سال اول برگ های کپه ای قاعده ای را تشکیل و در سال دوم، ساقه گل دهنده پدیدار می شود. از آنجا که گل های زرد، بزرگ و لوله ای این گیاه به هنگام غروب آفتاب باز می شود به آن گل مغربی می گویند.<sup>[۱۹]</sup>

گل مغربی به عنوان یک گیاه دارویی تاریخچه ای طولانی داشته و از جهت تولید اسید گامالینونیک<sup>۳</sup> دارای پتانسیل بالایی است. روغن بذرها گل مغربی به عنوان درمانی برای بسیاری از بیماری ها شامل آگزما، درد سینه، سرطان، ام اس یا تصلب بافت چندگانه، روماتیسم و سطوح بالای کلسترول مؤثر است.<sup>[۲]</sup>

امروزه محلول پاشی برگی عناصر غذایی به عنوان مکمل روش خاکی شیوه ای مؤثر در به کارگیری عناصر کم مصرف و پرمصرف، آمینواسیدها، اسیدهای هیومیک و فلویک<sup>۴</sup>، هورمون های گیاهی، عصاره جلبک های دریایی و هیدرات کربن می باشد. ترکیبات بیولوژیکی و آلی امروزه با اهداف مختلفی همچون افزایش محصول، کاهش مواد شیمیایی مضر و تأثیر برخی هورمون های مؤثر برای رشد گیاه مورد استفاده قرار می گیرند.<sup>[۲۵]</sup> تنظیم کننده های رشدی گیاهی به صورت گسترده در زراعت های پیشرفته و نهاده های کلان مورد استفاده قرار می گیرند<sup>[۲۳]</sup> و شامل اکسین ها، سایتوکینین ها، جیبرلین ها، آبسزیک اسید، براسینواستروئیدها<sup>۵</sup> و جاسمونات ها هستند.<sup>[۱۷]</sup> تنظیم کننده های رشد گیاهی به خصوص اکسین و سایتوکینین روی توزیع مواد در داخل گیاه، تقسیم سلولی، رشد سلول و غیره تأثیر داشته<sup>[۵]</sup> و در نتیجه توسعه اندامی را سبب می شوند.<sup>[۱۲]</sup> فعالیت تنظیم کننده های رشدی گیاهی به غلظت استفاده از آن ها، فاکتورهای محیطی و وضعیت فیزیولوژیکی گیاه بستگی دارد.<sup>[۱۷]</sup> هورمون ها با اثر روی

<sup>1</sup> *Oenothera biennis*

<sup>2</sup> *Onagraceae*

<sup>3</sup> gamma-Linolenic acid

<sup>4</sup> flucic acid

<sup>5</sup> brassinosteroids

<sup>6</sup> indole acetic acid (IAA)

<sup>7</sup> benzyl amino purine (BAP)

جدول ۱) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گلدان

Table 1) physical and chemical characteristics of pot soil

Soil texture	clay (%)	silt (%)	sand (%)	K (ppm)	P (ppm)	total N (%)	Fe (ppm)	pH	organic carbon (%)	Saturation (%)	EC (ds/m)
loam	43	19	38	2.4	9.8	0.06	1.81	7.71	0.64	56	5.2

هدف از این پژوهش بهبود ویژگی‌های رشدی گل مغربی با محلول‌پاشی برگی ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین در شرایط گلدانی بود.

**مواد و روش‌ها** این پژوهش در سال زراعی ۹۵-۹۴ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در هشت تیمار و سه تکرار و هر تکرار شامل سه واحد آزمایشی (گلدان) انجام گرفت. قبل از انجام آزمایش، آزمون خاک انجام شد (جدول ۱).

بذر گل مغربی مورد استفاده در این آزمایش از مرکز تحقیقات گیاهان دارویی شهرستان قزوین تهیه و در اسفند ماه سال ۱۳۹۴ در بسترهای کاشت گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر کشت و پس از رسیدن به مرحله شش برگی به گلدان انتقال داده شد. یک ماه پس از نشاءکاری و اطمینان از استقرار مناسب آن‌ها در گلدان، تیمارهای آزمایش شامل عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی با آب، محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین در غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و

خارجی سایتوکینین‌ها در مراحل غیر از گل‌آغازی اثری نداشته و یا گل‌دهی را به تأخیر می‌اندازد و شاخه‌دهی و انشعابات را افزایش می‌دهد.<sup>[۷]</sup>

اثر محلول‌پاشی مواد تنظیم‌کننده گروه سایتوکینین‌ها بر افزایش درصد شاخه‌زایی بادرنجبویه، کاهش ارتفاع ریحان و افزایش تعداد برگ درمنه خزری<sup>۱</sup> گزارش شده است.<sup>[۲۵]</sup> کاربرد بنزیل آمینوپورین روی خریزه نشان داد که غلظت‌های بیشتر بنزیل آمینوپورین باعث افزایش تشکیل شاخساره از نوک شاخساره و کاهش طول شاخساره می‌گردد.<sup>[۲۴]</sup>

طی پژوهش‌هایی اثر افزایش محلول‌پاشی مواد تنظیم‌کننده گروه اکسینی، بر طول شاخه ذرت، تعداد برگ، رشد طولی و تعداد گل ماده خیار به اثبات رسیده است.<sup>[۲۵]</sup> استفاده از ایندول استیک اسید در گیاه بادرنجبویه باعث افزایش تولید گره و ریشه در مقایسه با گیاهان شاهد گردید.<sup>[۶]</sup> در پژوهش دیگری، منجر به ریشه‌زایی بهتر قلمه‌های گل رُز، افزایش مقدار کلروفیل برگ و کاهش نشت یونی در ذرت شد.<sup>[۱۸،۲۲]</sup>

بررسی اثر بنزیل آمینوپورین و ایندول استیک اسید در تکثیر گیاهان نشان داد که ترکیب سایتوکینین و اکسین سبب تحریک تکثیر درون شیشه‌ای و رشد شاخساره در چندین گونه گردید. همچنین، افزودن ایندول استیک اسید به کاهش تولید شاخساره در مقایسه با بنزیل آمینوپورین گردید. این امر احتمالاً می‌تواند به دلیل افزایش مقدار ایندول استیک اسید در ترکیب با بنزیل آمینوپورین باشد.<sup>[۱۱]</sup>

نتایج بررسی اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، بنزیل آمینوپورین و ایندول استیک اسید روی گیاه بادرنجبویه نشان داد که بیشترین تعداد گره و بیشترین درصد ریشه‌زایی با بیشترین غلظت از ایندول استیک اسید مشاهده گردید ولی کاربرد هم‌زمان ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین موجب کاهش درصد ریشه‌زایی گردید. نتایج نشان داد که افزودن ایندول استیک اسید برخلاف بنزیل آمینوپورین جهت تشکیل کالوس در بادرنجبویه ضروری است.<sup>[۲۴]</sup>

<sup>۱</sup> *Artemisia annua* L.

گرم بر لیتر ایندول استیک اسید با بقیه تیمارهای هورمونی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

#### طول ریشه

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر طول ریشه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی هورمونی توانست طول ریشه را افزایش دهد و با افزایش میزان غلظت هورمون‌های مصرفی، طول ریشه افزایش یافت. بالاترین میزان طول ریشه از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید به دست آمد که با تیمارهای ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید و ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

#### حجم ریشه

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر گستردگی ریشه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با غلظت‌های بالاتر مواد تنظیم‌کننده رشدی توانست گستردگی ریشه را افزایش دهد و با افزایش میزان غلظت هورمون‌های مصرفی، گستردگی ریشه افزایش یافت. بالاترین میزان طول ریشه از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید به دست آمد که با تیمار ۳۰۰

۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر انجام شد. محلول‌پاشی در دو مرحله، مرحله‌ی اول یک ماه بعد نشاءکاری و مرحله‌ی دوم ۲۰ روز بعد از مرحله‌ی اول بود. در پایان فصل رویشی و پس از رشد و نمو بوته‌ها از صفاتی مانند حجم ریشه، طول و عرض برگ، طول ریشه، قطر سایه‌انداز، قطر یقه، وزن تر و خشک اندام هوایی، ریشه و برگ اقدام به داده‌برداری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ver 9.1 انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

### نتایج

تمام صفات ارزیابی شده در سطح احتمال ۱ و ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

#### قطر تاج پوشش

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر قطر تاج پوشش در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی توانست قطر تاج پوشش را افزایش دهد و در بین آنها، بنزیل آمینوپورین افزایش بیشتری نشان داد. همچنین با افزایش میزان غلظت هورمون‌های مصرفی، قطر تاج پوشش افزایش یافت. بالاترین میزان قطر تاج پوشش از تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین به دست آمد که به جز با تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید با بقیه تیمارهای هورمونی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

#### قطر یقه

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر قطر یقه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های رشد توانست قطر تاج پوشش را افزایش دهد و در بین دو تنظیم‌کننده رشد، بنزیل آمینوپورین افزایش قطر تاج پوشش را نشان داد. همچنین با افزایش میزان غلظت ایندول استیک اسید، قطر تاج پوشش افزایش یافت ولی بین غلظت‌های مصرفی بنزیل آمینوپورین تفاوت معنی‌داری دیده نشد. بالاترین میزان قطر یقه از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین به دست آمد که به جز با تیمار ۱۰۰ میلی-

میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

### طول برگ

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر طول برگ در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با غلظت‌های بالاتر مواد تنظیم‌کننده رشدی توانست طول برگ را افزایش دهد و با افزایش میزان غلظت هورمون‌های مصرفی، طول برگ افزایش یافت و محلول‌پاشی با آب مقطر در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی) تفاوت آماری معنی‌داری با هم نشان نداد. اگرچه، فقط تیمار محلول‌پاشی با ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین با آب مقطر تفاوت معنی‌داری نشان داد. بالاترین طول برگ از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین به دست آمد که با تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

### عرض برگ

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر عرض برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های رشد به صورت معنی‌داری توانست عرض برگ را افزایش دهد. از طرفی با افزایش میزان غلظت ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین، عرض برگ افزایش یافت ولی بین شاهد و محلول‌پاشی با آب مقطر تفاوت معنی‌داری دیده نشد. بالاترین میزان عرض برگ از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید به دست آمد که به جز با تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید با بقیه تیمارهای هورمونی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

### وزن تر برگ

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر وزن تر برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی هورمونی در مقایسه با شاهد توانست وزن تر برگ را افزایش دهد و در بین دو تنظیم‌کننده رشد، بنزیل آمینوپورین افزایش بیشتری نشان داد. همچنین با افزایش میزان غلظت هورمون‌های مصرفی، وزن تر برگ افزایش یافت. بالاترین میزان وزن تر برگ از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین به دست آمد که با تیمارهای ۲۰۰

میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

### وزن تر ریشه

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر وزن تر ریشه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های رشد و محلول‌پاشی با آب مقطر به صورت معنی‌داری توانست وزن تر ریشه را در مقایسه با شاهد افزایش دهد و مواد تنظیم‌کننده رشد در کلاس بالاتری نسبت به محلول‌پاشی با آب مقطر قرار گرفت. از طرفی با افزایش میزان غلظت هورمون‌های مصرفی، وزن تر ریشه افزایش یافت. بالاترین میزان وزن تر ریشه از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین به دست آمد که با تیمارهای ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

### وزن تر گیاه

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر وزن تر گیاه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های رشد و آب مقطر به صورت معنی‌داری توانست وزن تر گیاه را افزایش دهد و مواد تنظیم‌کننده

جدول ۲) تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک گل مغربی تحت تأثیر محلول‌پاشی ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین

Table 2) Variance analysis of evening primrose morphological traits affected by indole acetic acid and benzyl amino purine spraying

Source of variation	df	mean of squares											
		canopy diameter	crown diameter	root length	root extension	leaf length	leaf width	leaf fresh weight	root fresh weight	plant fresh weight	leaf dry weight	root dry weight	plant dry weight
Treatment	7	140.5 **	0.01 **	3.32 **	1.08 **	4.63 *	3.65 **	1.9 **	1.71 **	7.04 **	0.38 **	0.27 **	1.29 **
Error	16	27.5	0.001	0.31	0.04	1.19	0.1	0.06	0.1	0.15	0.007	0.03	0.024
CV (%)	-	5.14	7.65	11.93	8.56	11.06	8.44	12	17.1	10.1	8.04	17.72	7.8

\* and \*\* significant at 5 and 1% probability level respectively

\*, \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

جدول ۳) اثر محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر صفات مورفولوژیک گل مغربی

Table 3) Effect of indole acetic acid (IAA) and benzyl amino purine (BAP) foliar spraying on morphological traits of evening primrose

Spraying materials	rate (ppm)	canopy diameter (cm)	crown diameter (mm)	root length (cm)	root extension (cm <sup>3</sup> )	leaf length (cm)	leaf width (cm)	leaf fresh weight (g)	root fresh weight (g)	plant fresh weight (g)	leaf dry weight (g)	root dry weight (g)	plant dry weight (g)
no spraying		97.1 bc	0.39 bc	3.30 d	1.97 c	8.20 c	1.50 c	0.83 d	0.37 d	1.2 f	0.47 d	0.50 b	1.00 d
distilled water spraying		94.0 c	0.38 c	3.30 d	2.00 c	8.50 bc	1.90 c	0.88 d	1.05 c	1.9 e	0.54 d	0.54 b	1.10 d
IAA	100	93.0 c	0.39 bc	4.73 bc	1.97 c	9.73 bc	3.67 b	1.94 c	1.93 b	4.0 d	1.10 c	0.98 a	2.05 c
	200	99.6 abc	0.45 ab	5.23 ab	2.33 bc	10.33 ab	3.97 ab	2.40 b	2.04 b	4.3 cd	1.05 c	1.30 a	2.20 bc
	300	108.8 a	0.46 a	5.90 a	3.50 a	10.43 ab	4.33 a	2.67 ab	2.43 ab	5.1 ab	1.37 ab	1.17 a	2.67 a
BAP	100	106.0 ab	0.49 a	3.83 cd	2.07 c	9.17 bc	4.10 ab	1.97 c	1.95 b	3.9 d	1.00 c	0.97 a	1.95 c
	200	109.3 a	0.46 a	5.00 ab	2.60 b	10.33 ab	3.87 ab	2.63 ab	2.20 ab	4.9 bc	1.23 b	1.10 a	2.33 b
	300	108.3 a	0.51 a	5.83 a	3.20 a	12.10 a	4.23 a	2.90 a	2.67 a	5.6 a	1.43 a	1.23 a	2.70 a

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشد.

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

دست آمد که به جز تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید با بقیه تیمارهای هورمونی تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳).

### بحث

هورمون‌های گیاهی شامل اکسین‌ها، سایتوکینین‌ها، جبرلین‌ها، آبسزینک اسید، اتیلن، براسینواسترئوئیدها و جاسمونات‌ها هستند. این مواد به روش‌های گوناگون عمل کرده و بر گیاهان به طرق مختلف اثر می‌گذارند. فعالیت آنها بستگی به غلظت استفاده از آنها، عوامل محیطی و وضعیت فیزیولوژیکی گیاه دارد.<sup>[۲۰]</sup> تولید هورمون‌های گیاهی یکی از مهمترین سازوکارهای تحریک کننده رشد گیاه است که به شدت بر رشد و نمو گیاهان اثر گذارند.<sup>[۱۵]</sup> این مواد می‌توانند در تعادل روابط منبع و مخزن مؤثر باشند و به طور فزاینده برای افزایش عملکرد در بسیاری از گیاهان به کار برده می‌شوند و علاوه بر این، استفاده از آنها به منظور افزایش محصول، سهم فزاینده مهمی در حفاظت از انرژی دارد.<sup>[۲۵]</sup> از بین هورمون‌های گیاهی، اکسین‌ها و سایتوکینین‌ها تأثیر بسیار زیادی در القای رشد در بافت‌های گیاهی دارند.<sup>[۱۶]</sup>

رشد در کلاس بالاتری نسبت به محلول‌پاشی با آب مقطر قرار گرفتند. از طرفی با افزایش میزان غلظت هورمون‌های مصرفی، وزن تر گیاه افزایش یافت. بالاترین میزان وزن تر گیاه از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین به دست آمد که به جز با تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید با بقیه تیمارهای هورمونی تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳).

### وزن خشک برگ

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر وزن خشک برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با تنظیم کننده‌های رشد به صورت معنی‌داری توانست وزن خشک برگ را افزایش دهد و بنزیل آمینوپورین نسبت به ایندول استیک اسید اثر بهتری داشت. از طرفی با افزایش میزان غلظت هورمون‌های مصرفی، وزن خشک برگ افزایش یافت. بالاترین میزان وزن خشک برگ از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین به دست آمد که به جز با تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید با بقیه تیمارهای هورمونی تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳).

### وزن خشک ریشه

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با تنظیم کننده‌های رشد به صورت معنی‌داری توانست وزن خشک ریشه را افزایش دهد و بین تیمارهای تنظیم کننده رشدی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. بالاترین میزان وزن خشک ریشه از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین به دست آمد که با بقیه تیمارهای هورمونی تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

### وزن خشک گیاه

محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر وزن خشک گیاه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با تنظیم کننده‌های رشد به صورت معنی‌داری توانست وزن خشک گیاه را افزایش دهد. از طرفی با افزایش میزان غلظت هورمون‌های مصرفی، وزن خشک گیاه افزایش یافت. بالاترین میزان وزن خشک گیاه از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین به

جوانه‌های جانبی و تحریک رشد این جوانه‌ها شوند. سایتوکینین از طریق کم کردن غالبیت انتهایی باعث تحریک رشد جوانه‌های جانبی و نیز تشکیل ساقه نابجا می‌گردند. [۲۵]

محدوده بین اثرات مفید و مضر هورمون‌های گیاهی کاملاً محدود می‌باشد. برای مثال اکسین‌ها در غلظت‌های کم باعث افزایش رشد و در غلظت‌های بالاتر باعث ممانعت از رشد می‌شوند. [۲۰] تیمار برگی و ریشه‌ای گیاهان با انواع سایتوکینین‌ها در غلظت‌های مناسب، موجب افزایش سطح برگ و تحریک نمو کلروپلاست می‌شود. همچنین، سایتوکینین‌ها با کاهش مقاومت روزنه‌ای، ورود دی‌اکسید کربن به درون برگ را افزایش داده که این خود افزایش فعالیت آنزیم روپیسکو<sup>۲</sup> را به دنبال خواهد داشت. از این رو، همه این فرآیندها موجب بهبود فتوسنتز شده و بدین ترتیب رشد نسبی و وزن تر و خشک گیاه را افزایش می‌دهد. در پژوهشی با افزایش غلظت بنزیل آمینوپورین شاخص کلروفیل برگ در بادرنجبویه افزایش یافت. از طرفی، غلظت بالای سایتوکینین‌ها باعث عدم رشد مناسب طولی گیاهچه‌ها گردید. [۲۵] در حالت کلی، همخوانی نتایج این آزمایش

در بین تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، اکسین اولین هورمونی است که تشخیص داده شده است. طول شدن سلول‌های گیاهی، نورگرایی، زمین‌گرایی، ریشه‌زایی و طول شده ریشه‌ها و بالاخره تحریک تولید اتیلن و به دنبال آن تکامل و رسیدگی میوه از اثرات اکسین می‌باشد. معمول‌ترین و شناخته شده‌ترین آنها ایندول استیک اسید است که از طریق متابولیسم ال - تریپتوفان<sup>۱</sup> به عنوان پیش ماده توسط گیاهان و خیلی از ریزاندام‌واره‌های خاک تولید و اثر بسیار گسترده‌ای بر فیزیولوژی گیاهان دارد. [۸،۱۵] اکسین در تنظیم فرآیندهای گسترده فیزیولوژیکی و توسعه‌ای در طی رشد و نمو از قبیل تقسیم سلولی و طول شدن سلول‌ها، جنین‌زایی، اندام‌زایی، تشکیل و توسعه ریشه در گیاهان دخیل می‌باشد. [۱۰] این هورمون به عنوان یک افزایش دهنده رشد بوده و باعث افزایش تقسیم سلولی و طول شدن کلئوپتیل می‌شود. افزایش سطح ریشه به‌ویژه ناحیه‌ای که فاقد لایه‌های اندودرم و اگزودرم، می‌تواند باعث افزایش جذب عناصر در گیاه شود. افزایش تقسیم سلولی و گسترش سلول و رشد ریشه جانبی موجب توسعه ریشه می‌شود. [۲۰]

سایتوکینین‌ها دسته دیگری از هورمون‌های گیاهی هستند که در تقسیم و تمایز سلولی نقش عمده‌ای داشته و باعث تحریک تشکیل جوانه، پیدایش بخش هوایی، رشد جوانه‌های جانبی، گسترش برگ و سنتز کلروفیل می‌شوند. به‌علاوه، پیری برگ را به تأخیر انداخته و باعث افزایش مقاومت به شوری، دمای پایین و خشکی شده و در برخی گونه‌ها باعث القاء باز شدن روزنه‌ها می‌شوند. [۲۰]

اثر مثبت اکسین در افزایش ارتفاع، طول شاخه و قطر تاج پوشش و اثر مثبت سایتوکینین در افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی، تعداد شاخه جانبی، تعداد گره و مقدار کلروفیل برگ را می‌توان به نقش آنها در تنظیم چیرگی انتهایی ارتباط داد. اکسین موجود در جوانه انتهایی از رشد جوانه‌های جانبی جلوگیری می‌کند و سایتوکینین ممکن است یک مخزن قوی را در جوانه‌های جانبی ایجاد و باعث انتقال مواد غذایی، ویتامین‌ها و دیگر مواد رشد به

<sup>۲</sup> RuBisCO

<sup>۱</sup> L-tryptophan



غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین و ایندول استیک اسید مناسب ترین غلظت از بین غلظت‌های مصرفی بودند. بنابراین، محلول‌پاشی ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین و ایندول استیک اسید برای بهبود شاخص‌های رشدی سال اول کشت گل مغربی قابل توصیه است.

مبنی بر اثر مثبت محلول‌پاشی بنزیل آمینوپورین و ایندول استیک اسید بر بیشتر صفات مورد ارزیابی گیاه گل مغربی با نتایج مصرف ترکیبات اکسینی و سایتوکینینی در گیاهان دیگر طی پژوهش‌های پیشین دیده می‌شود.

**نتیجه‌گیری کلی** محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در مقایسه با شاهد توانست بر بیشتر صفات مورد ارزیابی اثر مثبتی داشته باشد و در بین دو تنظیم‌کننده رشد، بنزیل آمینوپورین مؤثرتر بود. افزایش غلظت هورمون‌های مصرفی با افزایش صفات مورد ارزیابی همراه بود و محلول‌پاشی با آب مقطر در مقایسه با شاهد در بیشتر صفات اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. همچنین،

## References

1. Alvarez R, Nissen S, Sutter EG (1989) Relationship between indol-3-acetic acid levels in apple (*Malus pumila* Mill) root. *Journal of Plant Growth Regulation* 89(4): 439-443.
2. Azizi M, Neamati H, Aroiee H (2013) The study on the effect of different levels of vermicompost and plant density on oil content and components of evening primrose (*Oenothera biennis* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 11(4): 608-617. [in Persian with English abstract]
3. Balogun MO, Akande SR, Ogunbodede BA (2007) Effects of plant growth regulators on callus, shoot and root formation in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*). *African Journal of Biotechnology* 6(4): 355-358.
4. Bohidar S, Thirunavokkarasu M, Rao TV (2008) Effect of plant growth regulators on *in vitro* micro propagation of garden rue (*Ruta graveolens* L.). *International Journal of Integrative Biology* 3(1): 36-43.
5. Daryani P, Zare N, Chamani E, Javadi D (2012) Investigating the effect of cultures and plant growth regulators on the microbial infusion of hazelnut glass. Master Thesis, Mohaghegh-e Ardabili University, Faculty of Agriculture: Ardabil, Iran. [in Persian with English abstract]
6. Dasilva S, Sato A, Salgueiro Lage CL, Da Silva San Gil RA, Almeida Azevedo D, Esquibel MAJ (2005) Essential oil composition of *Melissa officinalis* L. *in vitro* produced under the influence of growth regulators. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 16(6): 1387-1390.
7. Day J (2000) The effect of plant growth regulator treatment on plant productivity and capsule dehiscence in sesame. *Field crops Research* 66: 15-24.
8. Etesami H, Alikhani HA (2011) The quantitative and qualitative assessment of auxin hormone production ability of some of the Iranian soils indigenous Rhizobial strains. *Journal of Water and Soil* 25(1): 61-69. [in Persian with English abstract]
9. Fathi GH, Esmailpour B (2012) *Plant Growth Substances: principles and applications*. Jahad Daneshgahi of Mashhad: Mashhad. [in Persian]
10. Garoosi GA, Nezami E, Ostadsharif O (2018) Effects of some anti-auxins on micropropagation and growth parameters and IAA-oxidase activity in Saint Julien a rootstock. *Journal of Plant Process and Function* 6(19): 303-310. [in Persian with English abstract]
11. George EF (1993) *Plant propagation by tissue culture*. Educational Book Agency: New Delhi.
12. Gersani M, Lips SH, Sachs T (1980) The influence of shoots, roots and hormones on sucrose distribution. *Journal of Experimental Botany* 31 (3): 177-184.
13. Gifford RM, Evans LT (1981) Photosynthesis, carbon partitioning and yield. *Annual Review of Plant Physiology* 32: 485-509.
14. Hadipour AR, Azizi M, Naghdi-Badi HA, Delazar A (2015) Morphological diversities of some population of *Eremostachys laciniata* Bunge. *Iranian Journal of Horticultural Science* 46(3): 497-508. [in Persian with English abstract]

15. Hassani G, Akhgar AR, Tajabadipour A (2012) Effect of inoculation of pseudomonas fluorescent strains with IAA and ACC deaminase production on growth of pistachio seedlings. Iranian Journal of Soil Research 26(1): 89-97. [in Persian with English abstract]
16. Hosseini B, Moharrami L (2014) The survey effect of BAP and TDZ on direct shoot regeneration from nodal explant of *Agastache foeniculum*. Agricultural Crop Management (Journal of Agriculture) 16(2): 459-473. [in Persian with English abstract]
17. Kantev A, Yordanova RM, Janda T, Szala G, Popova L (2008) Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plant. Journal of plant Physiology 165(9): 920-931.
18. Kaya C, Kirnak H, Higgs D (2001) Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. Journal of Plant Nutrition 24(2): 357-367.
19. Mardani Ghahfarokhi V;Alami M, Arabshahi Delouee S, Sadeghi Mahoonak AR (2014) Effect of evening prime rose (*Oenothera biennis*) leaves extract on spoilage microorganisms in apple juice. Iranian Food Science and Technology Research Journal 10(1): 38-45. [in Persian with English abstract]
20. Mohtadi AM, Ghaderian SM (2012) Evaluation of auxin (IAA) and kinetin effects on lead uptake and accumulation in *Matthiola flavida* Bioss. Journal of Cell and Tissue 3(2): 161-169. [in Persian with English abstract]
21. Mojtahedi M, Lesani H (2011) Green plant life. Tehran University press: Tehran. [in Persian]
22. Ozel CA, Arslan O (2006) Efficient micropropagation of English shrub rose "Heritage" under *in vitro* conditions. International Journal of Agriculture and Biology 8(5): 626-629.
23. Sainio PP, Rajala A, Simmons S, Caspers R, Stutman DD (2003) Plant growth regulator and day length effects on pre anthesis main shoot and tiller growth in conventional and dwarf oat. Crop Sciences 43: 227-233.
24. Tavares AC, Pimenta MC, Gonalves MT (1996) Micropropagation of *Melissa officinalis* L. through proliferation of axillary shoot. Plant cell Reports 15(6): 441-444.
25. Valiyari M, Nourafcan H (2018) Effect of IAA and BAP on morphophysiological traits of lemon balm. Agroecology Journal 13(4): 23-32. [in Persian with English abstract]
26. Zaferanchi SH, Saffari M, Saffari VR, Mohammadinejad GH (2010) Evaluation of plant growth regulators effects, naphthalene acetic acid and Benzyl amino purine on yield and some traits of four sesame genotypes. Crop Production in Environmental Stress 2(3,4): 49-62. [in Persian with English abstract]

# Effect of indole acetic acid and benzyl amino purine on growth indices of evening primrose



Agroecology Journal

Vol. 14 No.1 (45-55)  
(spring, 2018)

Yaghoub Mikaeili<sup>1</sup>, Hassan Nourafcan<sup>2✉</sup>, Jalil Ajalli<sup>3</sup>

1 Department of Horticultural Sciences, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

2 Young Researchers and Elite Club, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

✉ Nourafcan@m-iau.ac.ir (corresponding author)

3 Department of Agronomy, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

**Received:** 08 January 2018

**Accepted:** 23 May 2018

**Abstract** Plant growth regulators effect on plants by different ways regulating their growth and development. Auxins and cytokinins are usually known to be stimulator for cell division and differentiation and plant organ development. The current study has been carried out to investigate the effect of foliar spraying of indole acetic acid (IAA) and benzyl amino purine (BAP) in concentrations of 100, 200, and 300 mg/L based on completely randomized design on evening primrose as a pot experiment. Spraying with both plant hormones especially BAP could be positively efficient on most of evaluated traits improvement. Higher concentrations were more effective on plant growth indices. The improving effect of BAP on aerial organs growth was more conspicuous; however, IAA was more effective on underground part. Therefore, to improve evening primrose growth, spraying with 300 mg/L of BAP or IAA would be recommendable.

## Keywords

- ◆ auxin
- ◆ benzyl adenine
- ◆ cytokinin
- ◆ plant growth regulator
- ◆ plant hormone

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: 10.22034/AEJ. 2018.541233

