دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
دوره پانزدهم، شماره پنجاه و دو، ۱۴۰۲

تأثیر کود کامل NPK، آهن، روی و نانوسوپر پلیمر جاذب بر رشد و تولید متابولیت‌ها در گیاه آگاو (*Agave marginata* L.)

علی‌محمد رحیمی[۱]، مهراب یادگاری[۲]، محمد مقدم[۳]

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۵ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۶

چکیده

این پژوهش به صورت گلدانی در قالب کاملاً تصادفی با هشت تیمار به منظور بررسی تأثیر کودهای مختلف و نیز پلیمر سوپر جاذب بر رشد گیاه آگاو اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کود دو نوع کود کلات آهن (خارجی و ایرانی)، کلات روی، کود کامل ۲۰-۲۰-۲۰، کود کامل ۳۰-۵-۱۵، کود کامل ۳۶-۱۲-۱۲، پلیمر سوپر جاذب و شاهد بود. نتایج نشان داد که بیشترین غلظت ساپونین در تیمار کاربرد کامل ۳۶-۱۲-۱۲ (با میزان ۱۹۷۵۶ پی پی ام) و کمترین آن در تیمار شاهد (۱۰۶۸۱ پی پی ام) مشاهده شد. از نظر میزان کلروفیل a، b و کل تیمار کود ۲۰-۲۰-۲۰ بیشترین مقدار را تولید کرد در حالیکه وزن خشک در تیمار کود روی بیشتر از سایر تیمارها بود. اگرچه کلیه تیمارهای کودی باعث افزایش وزن خشک در مقایسه با شاهد شدند، اما بین خود این تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نشد. با توجه به نتایج آزمایش استفاده از کود های کامل و نیز کلات آهن و روی به منظور افزایش میزان متابولیت های گیاه دارویی آگاو (بویژه ساپونین و هکوژنین) توصیه می شود.

واژه‌های کلیدی: آگاو، ساپونین، تغذیه، سوپر جاذب، کود نیتروژن

رحیمی، ع.م.، م. یادگاری، م. مقدم. ۱۴۰۲. تأثیر کود کامل NPK، آهن، روی و نانوسوپر پلیمر جاذب بر رشد و تولید متابولیت‌ها در گیاه آگاو (*Agave marginata* L.). ۱۴(۵۲): ۲۴-۳۴.

۱- دانشجوی دکترای علوم باغبانی (گرایش گیاهان دارویی)، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

۲- دانشیار، مرکز تحقیقات تغذیه و محصولات ارگانیک، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران. مسئول مکاتبات: mehrab_yadegari@yahoo.com

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

رویکرد جهانی به استفاده از گیاهان دارویی توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. در سال‌های اخیر تلاش دانشمندان زیادی از رشته‌های مختلف گیاه‌شناسی کشاورزی، زیست‌شناسی، شیمی، داروسازی، زیست فناوری، پزشکی و سایر رشته‌های مرتبط، صرف تحقیق علمی کمک به ایجاد و راه‌اندازی صنایع مربوط و گسترش فرهنگ مردمی استفاده از داروهای گیاهی و گیاهان دارویی شده است. امروزه مشخص شده است که داروهای گیاهی به دلیل دارا بودن منشاء طبیعی و همچنین نزدیکی و سازگاری با فیزیولوژی بدن انسان در مقایسه با داروهای شیمیایی خطرات و عوارض جانبی کمتری دارند. این ویژگی‌ها یکی از دلایل اصلی رویکرد و تمایل دوباره مردم جهان به گیاهان دارویی و استفاده از آن در قیاس با داروهای سنتزی و شیمیایی شده است (طهماسبی سروستانی و حضرتی، ۱۳۹٤).

گیاهان دارویی یکی از منابع غنی کشور بوده که امکان صادرات آن نیز وجود دارد و ایران از لحاظ آب و هوایی و موقعیت جغرافیایی در زمینه رشد این گونه از گیاهان یکی از بهترین مناطق رشد جهان محسوب می‌گردد و در گذشته منبع تولید و مصرف گیاهان دارویی بوده است. استفاده از مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی در صنایع غذایی رشد روز افزون دارد و اکنون در صنایع نوشابه‌سازی، کنسروسازی و شیرینی‌سازی از مواد مؤثره این گیاهان برای بهبود طعم، رنگ و بوی محصولات استفاده می‌گردد (امید بیگی، ۱۳۸٤).

آگاو (*Agave marginata L.*) یکی از گیاهان دارویی و از خانواده مستقل Agavaceae می‌باشد (مظفریان، ۱۳۹٤). این جنس دارای ۳۰۰ گونه دائمی است. گیاهی است کند رشد و اغلب گل‌دهی نداشته، بعد از گل‌دهی می‌میرد (بریکل، ۲۰۰٤). گیاه آگاو آرامبخش، ملین و ضدعفونی کننده، شیره این گیاه آرامبخش، نیروبخش یا مقوی برای جهاز هاضمه است. برای درمان زخمها و التهابات آسیب زننده به معده و رودهها و حفاظت از آنها در مقابل عفونت، حساسیت و تسریع در درمان آنها بکار میرود. آگاو برای درمان بسیاری از بیماریها از جمله سفلیس، سل، یرقان و امراض کبدی به کار میرود. آگاو تقریباً شباهت زیادی به آلوئهورا دارد و خواص دارویی آن نیز کم و بیش مشابه است (مظفریان، ۱۳۹٤). از ساپونین آگاو که در ریشه آن می‌باشد برای ساخت صابون استفاده می شود. ساپونین باعث کاهش چربی خون به ویژه از نوع کلسترول می‌شود. ساپونین اثر ضدالتهاب داشته و در درمان زخمهای درونی مانند زخم معده و زخم اثنی‌عشر مفید است (احمدزاده و رستمی، ۱۳۹۵).

متابولیت های موجود در گیاهان دارویی تحت تأثیر عوامل محیطی و شرایط رشدی گیاه تغییر می کنند. اثر کود های شیمیایی بویژه نیتروژن، در گیاهان متعددی مورد بررسی قرارگرفته است و اثرات مثبت کاربرد کودها در بهبود رشد و میزان متابولیت ها در گیاهانی مانند ازگیل (زو و همکاران، ۲۰۲۰)، گل ناز (لین و همکاران، ۲۰۲۰)، سویا (بورجا ریس و همکاران، ۲۰۲۰) و خردل (فرها و اینام، ۲۰۲۰) گزارش شده است. برخی پژوهش های خارجی در رابطه با تأثیر کودهای شیمیایی بر رشد و درصد متابولیت های آگاو صورت گرفته است اما در داخل کشور مطالعات بسیار اندکی در این زمینه صورت گرفته است. به این منظور پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر برخی کودهای شیمیایی بر رشد و میزان الکالوئیدهای آگاو انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۸ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز بصورت گلدانی انجام شد. قبل از کشت خاک مورد استفاده برای پر کردن گلدان ها به آزمایشگاه ارسال و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیاتی فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایش

EC	درصد مواد خنثی شونده	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	آهن (ppm)	روی (ppm)	منگنز (ppm)	مس (ppm)	سیلت (٪)	شن (٪)	رس (٪)
۲/۲	٥٤/٦٧	۱/٤٦	۰/۱٤	۱٦	۳٤٤	۸/۱	۲/۸	۹/۷	۱/٥	۲۰/۳	٤٥/٦	۳٤/۱

برای کست از گیاهچه های یکسان استفاده شد. برای این منظور پاجوش های ۲ تا ۳ برگی آ گاو انتخاب شده و در گلدان ها کاشته شد. برای اطمینان از یکسان بودن رشد اولیه گیاهچه ها قبل از شروع آزمایش وزن شدند. گیاهان به مدت سه ماه با

شرایط یکسان رشد کردند و پس از آنکه به مرحله ٦ تا ۸ برگی رسیدند، تیمارهای کودی بر اساس وزن هر گلدان محاسبه و به کار برده شد. آبیاری با فواصل ده روز انجام شد.

آزمایش بصورت طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار بود. تیمارهای آزمایش شامل کود آهن، روی و کود کامل به شرح زیر بود:

۱- کود آهن کلات (FeEDDHA) حاوی ٦ درصد آهن قابل حل به صورت میکروگرانول ساخت انگلستان.

۲- کود آهن کلات بصورت پودر، محلول در آب، ساخت ایران.

۳- کود کامل ۲۰-۲۰-۲۰ (N.P.K) محلول در آب، ساخت شرکت grow more.

٤- کود کامل ۳۰-٥-۱٥ (N.P.K) محلول در آب، ساخت شرکت grow more .

٥- کود کامل ۳٦-۱۲-۱۲ محلول در آب، ساخت شرکت grow more.

٦- نانوسوپر پلیمر جاذب.

۷- کود کلات روی (Zn) حاوی ٦ درصد روی، قابل حل در آب.

۸- تیمار شاهد (بدون مصرف کود)

آنالیز مقدار عناصر در کودهای کامل به شرح جدول ۲ بود. مقدار مصرف هر کود بر حسب میزان توصیه شده روی پاکت کود، برای مساحت گلدان محاسبه شد و مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۲- آنالیز کودهای گرومور

ردیف	نام کود	نیتروژن کل ٪	نیتروژن نیتراتی ٪	نیتروژن آمونیاکی ٪	نیتروژن اوره ٪	فسفر قابل جذب (P_2O_5) ٪	پتاسیم (K_2O) ٪
۱	۲۰-۲۰-۲۰	۲۰	٥/۹	۳/۹	۱۰/۲	۲۰	۲۰
۲	۳۰-٥-۱٥	۱٥	۹/۱	۲	۳/۹	٥	۳۰
۳	۳٦-۱۲-۱۲	۱۲	۳/۸	٤	٤/۲	۱۲	۳٦

پس از ٦ ماه از زمان اعمال تیمارها نمونه ها جهت اندازه گیری صفات مورد نظر انجام و اندازه گیری کلروفیل، وزن خشک گیاه و میزان ساپونین و هگوژین بصورت زیر انجام شد.

اندازه گیری ساپونین کل بر اساس روش پنافیل انجام شد. ابتدا ۰/۲گرم از نمونه با ۳/۲ میلی لیتر از محلول گلسیال استیک اسید/سولفوریک اسید (۱:۱) مخلوط شد. پس یک دقیقه هموژن شد و در دمای ٦۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شد. در این مدت رنگ بنفش مانندی ظاهر شد.

پس نمونه ها سرد شد. اندازه گیری میزان ساپونین به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر (UV – 1650- PC, Shimadzu, Japan) در طول موج ٥۲۷ نانومتر انجام شد. گلسیال استیک اسید به عنوان کنترل استفاده شد. نمودار استاندارد Oleanolic acidدر غفلت‌های ۰ تا ٤۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر برای اندازه گیری ساپونین رسم شد. به منظور اندازه گیری هکوژنین مقدار یک گرم از پودر داخل برگ آگاو (خشک شده با آون تحت خلاء در دمای ٤۰ درجه سانتیگراد) با ۳ میلی لیتر متانول (مرک آلمان) کاملاً مخلوط شده و به مدت ۳ دقیقه هموژن شد. سپس به مدت ٥ دقیقه سانتریفوژ شده (۱٥۰۰۰ دور در دقیقه) و با فیلتر ۰/۲۲ میکرومتر فیلتر شد. اندازه گیری میزان هکوژنین به کمک دستگاه پلیت ریدر (Citation5, USA) و در طول موج ۲٥٥ نانومتر انجام شد. طول موج ۲٥٥ بر اساس اسکن نمونه استاندارد در محدوده ۱۹۰ تا ۷۰۰ نانومتر انتخاب شد. نمودار استاندارد هکوژنین به کمک هکوژنین خالص (مرک آلمان) در غلظت های صفر تا پنج میکروگرم در میلی لیتر انجام شد. برای اندازه گیری میزان کلروفیل ۰/۲ گرم از برگ آگاو با ۱٥ میلی لیتر استون ۸۰ درصد هموژن شد. سپس به کمک سانتریفیوژ صاف شده و فیلتر شد. اندازه گیری میزان کلروفیل با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-1650PC, Shimadzu, Japan) در طول موج های ٦٦۳ و ٦٤٦ انجام شد. برای صفر کردن دستگاه از استون ۸۰ درصد استفاده شد. غلظت رنگدانه ها با استفاده از فرمول های زیر محاسبه گردید:

Chl a= 12.25 A 663.2-2.79 A 646.8
Chl b= 21.21 A 646.8-5.1 A 663.2
Total Chl = Chl a + Chl b

تجزیه داده ها توسط نرم افزار SAS انجام شد و میانگین ها با استفاده از آرمون دانکن در سطح ٥٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

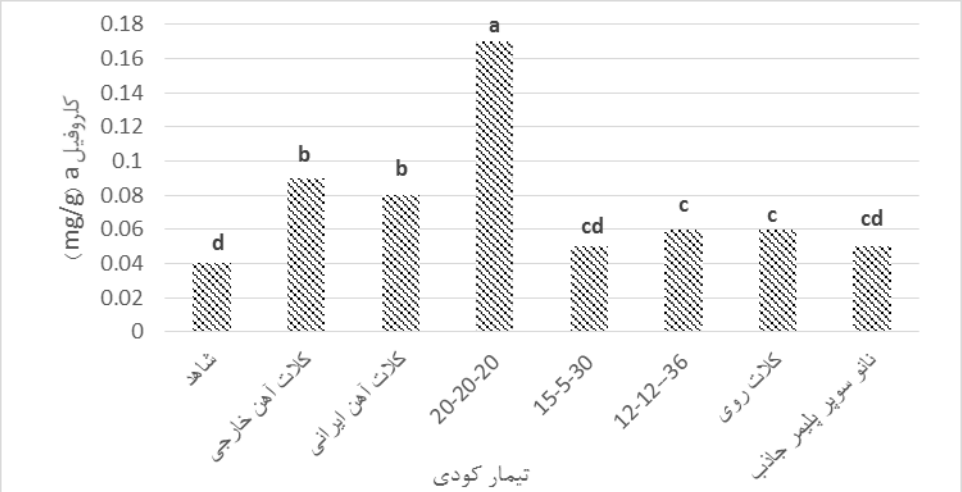
کلروفیل a، کلروفیل b و کل

بر اساس جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری از نظر میزان کلروفیل a در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۳). در بین میانگین ها بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار کود ۲۰-۲۰-۲۰ و کمترین میزان کلروفیل در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱). کلیه تیمارهای کودی بجز پلیمر سوپر جاذب و کود کامل ۱۵-۵-۳۰ باعث افزایش معنی دار کلروفیل a در مقایسه با شاهد شدند. پس از تیمار کود ۲۰-۲۰-۲۰ کود آهن دارای بیشترین میزان کلروفیل بود.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار بر کلروفیل، ساپونین و هکوژنین (سال اول)

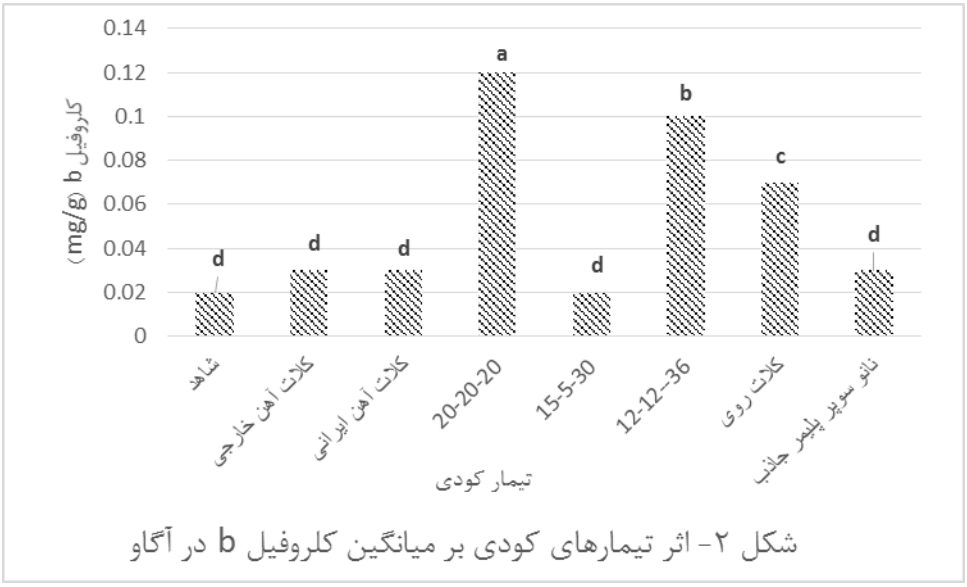
		میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	ساپونین	هکوژنین	وزن خشک
تیمار	۷	۰/۰۰۵٤**	۰/۰۰۱۳**	۰/۰۱۱۵**	۸۸٦۹۲۷٥٦۷**	۷٥/۳٦**	۱٤/٥۳**
خطا	۲٤	۰/۰۰۰۰٥	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰٦	٥۷۸۳٦٦	۳/٥۸	۰/٥۳

* و **: به ترتیب معنی‌دار شدن در سطح آماری ۵ و ۱ درصد.



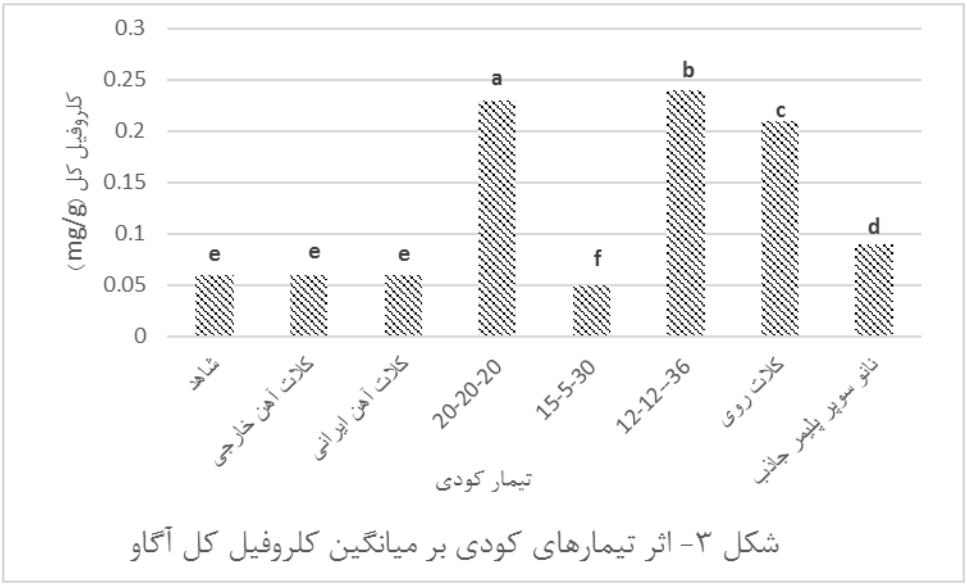
شکل ۱- اثر تیمارهای کودی بر میانگین کلروفیل a در آگاو

میزان کلروفیل b بطور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که کاربرد کودهای شیمیایی باعث افزایش میزان کلروفیل b در مقایسه با تیمار شده شد، هرچند در مورد برخی از تیمارها این افزایش معنی دار نبود (شکل ۲). بیشترین میزان کلروفیل b با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ و پس از آن کود ۳٦-۱۲-۱۲ و کلات روی مشاهده شد. بیشتر بودن میزان کلروفیل b در تیمار ۲۰-۲۰-۲۰ بدلیل بالا بودن میزان نیروژن در این کود کامل می باشد که از عناصر اصلی سازنده پروتئین ها و کلروفیل در گیاه است.



شکل ۲- اثر تیمارهای کودی بر میانگین کلروفیل b در آگاو

میزان کلروفیل کل نیز بطور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۳). در بین تیمارهای ازمایشی بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار کود کامل ۲۰-۲۰-۲۰ مشاهده شد(شکل ۳). همچنین کاربرد کودهای ۳۶-۱۲-۱۲، کلات روی و نیز پلیمر سوپر جذب بطور معنی داری میزان کلروفیل کل در مقایسه با شاهده بدون مصرف کود را افزایش داد.



شکل ۳- اثر تیمارهای کودی بر میانگین کلروفیل کل آگاو

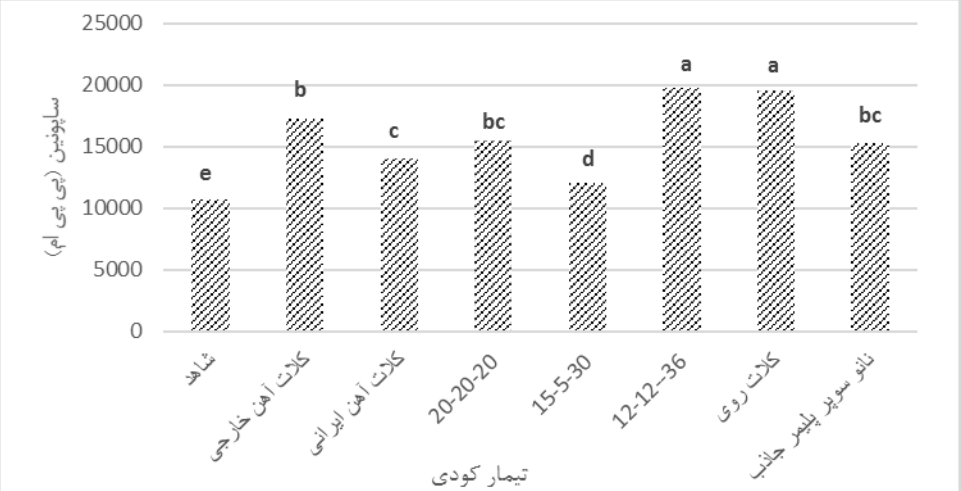
نیتروژن و آهن جزو اولیه تشکیل دهنده ترکیبات آلی همانند اسیدهای آمینه، پروتئینها و اسید نوکلئیک به شمار می روند و کمبود آن نمو فنولوژیکی را در دو مرحله رویشی و زایشی به خیر می اندازد و از سرعت گسترش برگ و دوام سطح برگ در این شرایط می کاهد (ال سعید و همکاران، ۲۰۰۰). نیتروژن آهن عنصر اصلی تشکیل دهنده کلروفیل در گیاه هستند و کمبود آن می تواند سبب کاهش میزان کلروفیل برگ گردد (کریمی، ۲۰۰۱). کلروفیل نقش مهمی در تعیین میزان فتوسنتز و تولید ماده خشک گیاه دارد (اوکومورا و همکاران، ۲۰۱۱). در نتیجه کاهش کلروفیل راندمان استفاده از نور کاهش می یاتبد و هرچه غلظت نیتروژن در برگها افزایش یابد، شده کربن گیری نیز بیشتر می شود (هووانگ و همکاران، ۲۰۰٤). همبستگی بالایی بین

محتوای کلروفیل و غلظت نیتروزن در واحد سطح برگ گزارش شده است (قوش و همکاران، ۲۰۰٤؛ اوکومورا و همکاران، ۲۰۱۱).

استفاده از کود نیتروژن به طور معنی داری باعث افزایش کلروفیل ها و کاروتنوئید شد که دلیل آن را می توان همبستگی مثبت نیتروژن با کلروفیل دانست (اوکومورا و همکاران، ۲۰۱۱؛ نواب و انجم، ۲۰۱۷). افزایش نیتروژن در گیاه توأم با افزایش غلظت کلروفیل و نیتروژن برگ بوده و همچنین افزایش نیتروژن باعث بهبود رنگ گیاه می شود، به عبارتی سبزی را در گیاه تشدید می کند. نتایج تحقیقات تعداد زیادی از پژوهشگران نشان داده است که مقدار کلروفیل برگ با غلظت نیتروژن، فعالیت آنزیم ریبولوز بی فسفات کربوکسیالز و ظرفیت فتوسنتزی برگ همبستگی باالیی دارد (لوپز بلیدو و همکاران، ۲۰۰٤؛ آریگوی و همکاران، ۲۰۰٦)

میزان ساپونین

اثر تیمارهای مختلف بر میزان ساپونین معنی دار بود (جدول ۳). کلیه تیمارهای کودی باعث افزایش میزان ساپونین در مقایسه با تیمار شاهد شدند (شکل ٤). بیشترین میزان ساپونین (به میزان ۱۹۷۵٦ پی پی ام) با کاربرد کود کامل ۳٦-۱۲-۱۲ و پس از آن کلات روی (به میزان ۱۹۵۰۸ پی پی ام) مشاهده شد که بین این دو تیمار اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین کاربرد کود کلات آهن (خارجی) میزان ساپونین را ٦۱ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. این میزان افزایش برای تیمارهای کود آهن داخلی ۳۱ درصد و برای پلیمر سوپر جاذب ٤۳ درصد بود (شکل ٤).



شکل ۴- اثر تیمارهای کودی بر میانگین ساپونین درآگاو

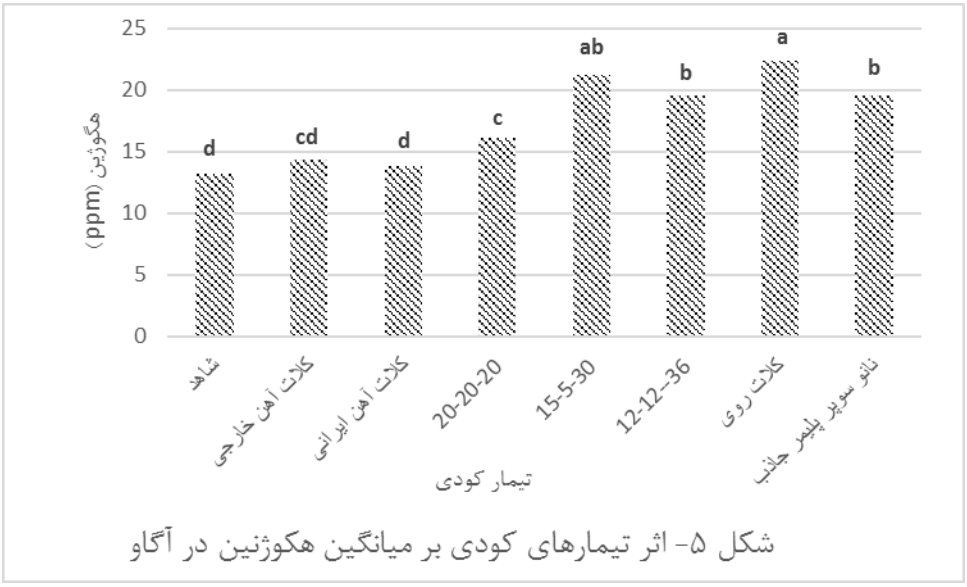
به طور کلی عناصر غذایی نقش مهمی در تولید و عملکرد گیاهان دارویی دارند از جمله آهن در ساختمان سیتوکروم، ساخت کلروفیل و عملیات اکسیداسیون و احیاء دخالت دارد. معمولاً خاک‌هایی که دارای pH بیشتر از ٦ هستند، کمبود آهن دارند (مارشنر، ۱۹۹۵). روی، عنصر مهم در فعالیت آنزیم‌های حیاتی، تنظیم کننده‌های رشد، فتوسنتز، رشد اولیه گیاه، تثبیت نیتروژن، پروتئین دانه و عملکرد است. کمبود روی به علت اثر سوء بر بیوسنتزاکسین می‌تواند باعث کاهش ارتفاع ساقه و عملکرد گیاه شود (ود و همکاران، ۲۰۰۲).

در مورد تغذیه روی سایر گیاهان دارویی کارهای فراوانی صورت گرفته است، از جمله در گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis L.*) اثرات محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها (Cu, Mn, Fe, Zn) روی اسانس و ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی این گیاه انجام شد و مشخص گردید که وزن خشک و تر شاخه و ریشه، تعداد گل‌ها، وزن خشک گل‌های خشک، میزان فلاونوئیدها، فنل‌ها و کمیت و کیفیت اسانس به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مورد استفاده قرار گرفت و نسبت به تیمار شاهد برتری معنی‌داری پدید آمد (یادگاری، a۲۰۱۷). در مورد اثرات منگنز و مس روی ترکیبات فرار

بادرنجبویه، نیز مشخص گردید که بالاترین میزان مواد مؤثره نرال و ژرانیال در تیمار مس و منگنز ۱۵۰ppm در دو فصل کشت به دست آمد (یادگاری، ۲۰۱۶). در تحقیق دیگری گزارش گردید که مقدار کاربرد ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی عناصر آهن، روی، مس و منگنز در زمان رویش تا برداشت گیاهان دارویی گاوزبان، همیشه بهار و آویشن؛ بالاترین مقادیر کمی و کیفی اسانس و عصاره را در طی دو فصل رشد تولید نمود (یادگاری، ۲۰۱۵).

میزان هکوژنین

میزان هکوژنین نیز بطور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۳). تمام تیمارهای کودی باعث افزایش معنی دار میزان هکوژنین در مقایسه با تیمار شاهد شدند (شکل ۵). بیشترین میزان هکوژنین با کاربرد کلات روی و پس آن کود کامل ۳۰-۵-۱۵ (به ترتیب با ۲۲/۳۴ و ۲۱/۲ پی پی ام) بدست آمد. همچنین کاربرد کود کامل ۳۶-۱۲-۱۲، سوپر جاذب و کود کامل ۲۰-۲۰-۲۰ به ترتیب باعث افزایش ۴۷٪، ۴۷٪ و ۲۱٪ در میزان هکوژنین در مقایسه با شاهد شدند (شکل ۵).



شکل ۵- اثر تیمارهای کودی بر میانگین هکوژنین در آگاو

هکوژنین مهمترین متابولیت موجود در گیاه آگاو است که در داروسازی برای ساختن کورتیزون و هورمونهای جنسی بکار می رود، هکوژنین منبع غنی ساپونین های استروئیدی است، این ماده خاصیت ضد التهابی داشته و له شده ی برگ آن به صورت ضماد بر روی زخم های دیر علاج موثر است.

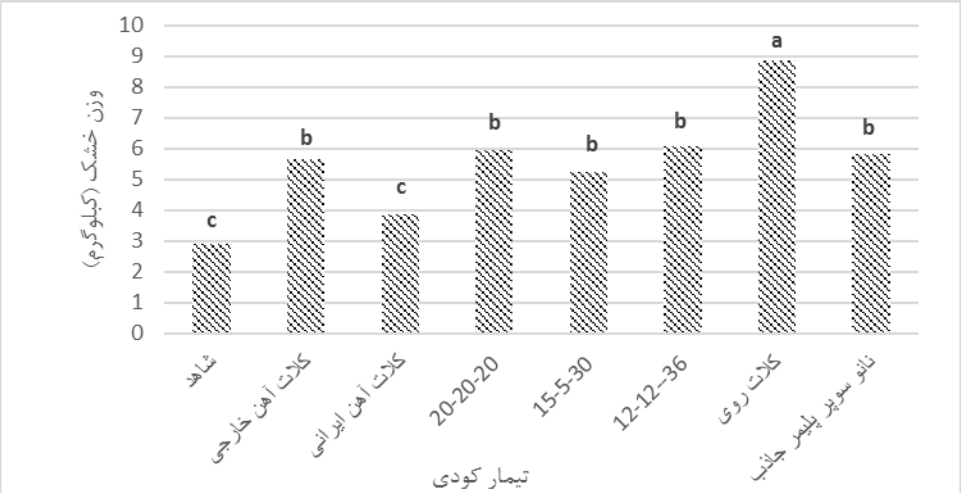
گزارش شده است که آب و هوای خنک و وجود مقادیر کافی عناصر پرمصرف و ریزمغذی در خاک در زمان رویش ساختارهای مختلف رویشی در گیاهان دارویی از جمله کنگر (امیری و همکاران، ۲۰۱۸)، آرتیشو (یوسفی و یادگاری، ۲۰۱۶)، سنبله‌ای طناز (علی محمدی و همکاران، ۲۰۱۷) و مریم نخودی (ریسی و همکاران، ۲۰۱۹) نیز می تواند منجر به تولید عصاره، اسانس و مواد مؤثره بیشتر شود. کاربرد عناصر ریزمغذی روی و آهن در گیاه دارویی بابونه منجر به افزایش کامازولن (نصیری و همکاران، ۲۰۱۰) و در ریحان(سعید الاهل، ۲۰۱۰) منجر به افزایش مواد مؤثره و عملکرد کمی اسانس گردیده است. در تحقیق دیگری مشخص گردید که بهترین اثربخشی عناصر ریزمغذی و دور آبیاری بر گیاهان دارویی قدومه، آویشن و همیشه بهار به صورت محلول‌پاشی آهن و روی با غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با دور آبیاری ۳ روز یکبار می باشد (یادگاری، ۲۰۱۷b).

میزان ماده خشک

میزان ماده خشک آگاو نیز بطور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی شدند (جدول ۳). بین میانگین ها نیز اختلاف آماری معنی داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد (شکل ۶). تمام تیمارهای کودی به استثنای کود آهن ایرانی باعث افزایش معنی دار میزان ماده خشک در مقایسه با شاهده بدون مصرف کود

شدند. بیشترین میزان این صفت با کاربرد کود کلات روی و پس از آن کودهای ۳۶-۱۲-۱۲ و ۲۰-۲۰-۲۰ مشاهده شد.

مدیریت تغذیه یکی از مهمترین فاکتورهای مؤثر در تعیین کمیت و کیفیت گیاه می‌باشد. وجود نارسایی‌های تغذیه‌ای از جمله عدم شناخت نیاز واقعی عناصر غذایی گیاه در شرایط مدیریت یکسان تغذیه‌ای و نیز ارتباط عوامل تغذیه‌ای و شرایط اکوفیزیولوژیکی مناطق پرورشی آن با ویژگی‌ها و نارسایی‌های رشد و نمو ارقام گوناگون آگاو موجب تلفات گیاه گردیده است و از کشت ارقام مناسب تجاری و بومی و دارویی در مناطق مستعد به دلیل عدم آشنایی به نیاز تغذیه‌ای آنها در شرایط اکوفیزیولوژیکی خاص جلوگیری نموده است (تدین، ۱۳۸۸).



شکل ۶- اثر تیمارهای کودی بر میانگین وزن خشک آگاو

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای شیمیایی می تواند باعث افزایش صفات فیزیولوژیک و نیز متابولیت های موجود در گیاه آگاو گردد. میزان متابولیت های موجود در آگاو مهمترین ویژگی مورد نظر برای کشت این گیاه است. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از کودهای کامل حامل نیتروزن، فسفر و پتاسیم و نیز استفاده از کودهای کلات آهن و روی می تواند باعث افزایش معنی‌داری میزان ساپونین و هکوژنین در این گیاه شود. بنابراین استفاده از این کودها در برنامه تغذیه این گیاه پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

از همه کسانی که به طور مستقیم و غیرمستقیم به خصوص استاد راهنما آقای دکتر مهراب یادگاری و استاد مشاور آقای دکتر مقدم که بنده را راهنمایی نموده‌اند تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

احمدزاده، م.ر و ا.ک. ستمی. ۱۳۹۵. آلوئه‌ورا. چاپ اول، تهران: انتشارات آییژ، ۱٤٤ صفحه.

امیدبیگی، ر. ۱۳۸٤. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد اول). مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی، ۳٤۷ صفحه.

تدین، م. س. ۱۳۸۸. بررسی ارتباط عوامل تغذیه‌ای و شرایط اکوفیزیولوژیکی منطقه ارسنجان بر مقاومت به خشکی، ترکیدگی و ویژگی‌ها و نارسایی‌های رشد و نمو ارقام انار، وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.

طهماسبی سروستانی، ز. و س. حضرتی. ۱۳۹٤. تولید و فرآوری گیاه دارویی آلوئه‌ورا. چاپ اول. تهران: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۲۰ صفحه.

مظفریان و. ۱۳۹٤. شناخت گیاهان دارویی و معطر ایران. چاپ دوم. تهران: انتشارات فرهنگ معاصر، ۱۳۵۰ صفحه.

Alimohammadi, M., M. Yadegari and H.A. Shirmardi. 2017. Effect of elevation and phonological stages

on essential oil composition of Stachys. Turkish J. Biochem. 42(6): 647-656.
Amiri, N., M. Yadegari and B. Hamedi. 2018. Essential oil composition of Cirsium arvense L. produced in different climate and soil properties. Records of Natural Products. 12(3): 251-262.
Arregui, L. M., B. Lasa, A. Lafarga, I. Iraieta, E. Baroja and M. Quemada. 2006. Evaluation of chlorophyll meters as tools for N fertilization in winter wheat under humid Mediterranean conditions. Europ. J. Agron. 24:140 -148.
Brickell, C. 2004. American Horticultural Society A to Z Encyclopedia of Garden Plants (The American Horticultural Society): DK Publishing (Dorling Kindersley), pp. 88.
Borja Reis, A.F., S. Tamagno, L.H. Moro Rosso, O.L. Ortez, S. Naeve and I.A. Ciampitti. 2020. Historical trend on seed amino acid concentration does not follow protein changes in soybeans. Scientific Reports. 10: 17707.
El -Sayed, K. A., S.A. Ross, M.A. El -Sohly, M. M. Khalafall, O.B. Abdel Halim and F. Ikegami. 2000 Effect of different fertilizers on the amino acid, fatty acid and essential oil composition of Nigella sativa seeds. Saudi Pharm. J. 8: 175 -182
Farha, A. and A. Inam 2020. Accumulation of metals, antioxidant activity, growth and yield attributes of mustard (Brassica juncea L.) grown on soil amendments with fly ash together with inorganic nitrogen fertilizer. Acta Physiol. Plant. 42: 150.
Ghosh, P.K., P. Ramesh, K.K. Bandyopadhyay, A.K. Tripathi, K.M. Hati, and A.K. Misra. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer -NPK on three cropping systems in vertisols of semi -arid tropics. II. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. J. Biores. Technol. 95:85 -93.
Huang, Z., B.J. Turner, S.J. Dury, I.R. Wallis, and W.J. Foley. 2004. Estimating foliage nitrogen concentration from hymap data using continuum removal analysis. Remote Sens. Environ. 93: 18 –29.
Lin, D.C., Y. Li, H. Wang, N.K. Niazi, S. Zhang, D. Liu, K. Zhao, W. Fu, Y. Li, and Z. Ye. 2020. Nitrogen fertilizer enhances zinc and cadmium uptake by hyperaccumulator Sedum alfredii Hance. J. Soils Sedimen. 20(1): 320–329.
Lopez -Bellido, R. J., C.E. Shepherd and P.B. Barraclough. 2004. Predicting postanthesis N requirements of bread wheat with a Minolta SPAD meter. Eur. J. Agron20:313 -320.
Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Printed and bound in United States of America. ISBN: 978-0-12-384905-2.
Nasiri, Y., S. Zehtab-Salmasi, S. Nasrullahzadeh and N. Najafi. 2010. Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). J. Medic. Plants Res. 4(17): 1733-1737.
Nawab, A. and M. M. Anjum. 2017. Effect of different nitrogen rates on growth, yield and quality of maize. Middle East J. Agric. 6(1): 107 -112.
Okumura, R. S., H.W. Takahashi, D.G. Santos, A.K. Labato, D.C. Mariano, O.J. Marques, M.H. Silva, C.F. Neto and J.A. Junior. 2011. Influence of different nitrogen levels on growth and production parameters in maize plants. J. Food Agric. Environ. 9: 510 -514.
Reesi, Z., M. Yadegari and H.A. Shirmardi. 2019. Effects of phenological stage and elevation on phytochemical characteristics of essential oil of *Teucrium polium* L. and *Teucrium orientale* L. Int. J. Hort. Sci. Technol. 6(1) 89-99.
Said-Al Ahl, H.A.H. and A. Mahmoud. 2010. Effect of zinc and / or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicm* L.) under salt stress. Ozean J. Appl. Sci. 3(1):97-111.
Ved, R., Misra, S.K. and Upadhyay, R.M. 2002. Effects ofsulphur, zinc and biofertilizers on the quality characteristics of mugbean. Industrial Journal of Pulses Research. 2:139-141.
Yadegari, M. 2017a. Effects of zn, Fe, Mn and Cu foliar application on essential oils and morphophysiological traits of Lemon balm (*Melissa officinalis* L.). J. Essen. Oil Bear. plants. 20(2): 485-495.
Yadegari, 2017b. Irrigation periods and Fe, Zn foliar application on agronomic characters of Borago officinalis, Calendula officinalis, Thymus vulgaris and Alyssum desertorum. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 48(3): 307-315.
Yadegari, M. 2015. Foliar application of micronutrients on essential oils of borago, thyme and marigold. J. Soil Sci. Plant Nutr. 15(4): 949-964.
Yadegari, M. 2016. Effect of micronutrients foliar application and biofertilizeres on essential oil of *Lemon balm*. J. Soil Sci. Plant Nutr. 16(3): 702-715.

Yadegari, M. 2016. Effects of manganese and copper on Essential oil composition of lemon balm (Melissa offinalis L.) Bangladesh J. Bot. 45(1): 257-260.

Yousefi, S. and Yadegari, M. 2016. Effects of environmental conditions on morphological and physiological characters of Cynara scolymus. Bangladesh Journal of Botany. 45(3): 605-610.

Xu, F., C. Chu, and Z. Xu. 2020. Effects of different fertilizer formulas on the growth of loquat root stocks and stem lignification. Scientific Reports. 10: 1033.

Effect of NPK, Fe and Zn fertilizer with super absorbent on Agave marginata growth and metabolite production

A. Rahimi[۱], M. Yadegari[۲], M. Moghadam[۳]

Received: 2023-07-16 Accepted: 2023-11-17

Abstract

This research was carried out in a completely randomized as potted experiment with eight treatments in order to investigate the effect of different fertilizers and super absorbent polymer on the growth of agave plant. Experimental treatments included two types of iron chelate fertilizer (foreign and Iranian), zinc chelate, complete fertilizer 20-20-20, complete fertilizer 15-5-30, complete fertilizer 12-12-36, super absorbent polymer and control. The results showed that the highest concentration of saponin was observed in the treatment of 12-12-36 (with an amount of 19756 ppm) and the lowest concentration was observed in the control treatment (10681 ppm). In terms of the amount of chlorophyll a, b and total chlorophyll, the 20-20-20 fertilizer treatment produced the highest amount, while the dry weight in the zinc fertilizer treatment was more than the other treatments. Although all fertilizer treatments increased dry weight compared to the control, no significant difference was observed between these treatments. According to the test results, it is recommended to use complete fertilizers as well as iron and zinc chelates in order to increase the amount of agave medicinal plant metabolites (especially saponin and hecogenin).

Keywords: agave, saponin, nutrition, super absorbent, nitrogen fertilizer

۱ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shehrekord, Iran
2- Resesrch Center of Nutrition and Organic Products (R.C.N.O.P.), Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shehrekord, Iran. Orcid: 0000-0002-3122-4686
3- Department of Horticultural Science and Landscape Engrering, Ferdosi University of Mashhad, Mashhad, Iran