

## تأثیر محلول پاشی اوره، اسید آسپارتیک و اسید گلوتامیک بر ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه آگاستاکه (*Agastache foeniculum*)

رحیمه جهانی<sup>۱</sup>، عباس حسنی<sup>۲\*</sup>، عباس صمدی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۷)

### چکیده

آگاستاکه (*Agastache foeniculum*) گیاهی علفی، چندساله، معطر و متعلق به خانواده نعناع (Lamiaceae) می‌باشد. اساس این گیاه دارای خواص ضدقارچی و ضدباکتریایی بوده و در صنایع غذایی و داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحقیق حاضر به منظور بررسی برگپاشی اوره و اسیدهای آمینه بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه آگاستاکه، به صورت یک آزمایش گلدانی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل محلول پاشی اوره (در غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در لیتر)، اسیدآسپارتیک (در غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، اسیدگلوتامیک (در غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و شاهد (بدون محلول پاشی) بودند. نتایج نشان داد که کاربرد برگ‌های اوره و اسیدهای آمینه تأثیر معنی‌داری بر صفات رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی داشتند. بیشترین و کمترین ارتفاع بوته، تعداد و سطح برگ، قطر ساقه و وزن خشک برگ و ساقه به ترتیب در تیمار ۲ گرم در لیتر اوره و شاهد به دست آمد. محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه مقادیر رنگدانه‌های فتوسنتزی، محتوی پرولین، قندهای محلول کل، پروتئین کل و نیتروژن برگ‌ها را در مقایسه با شاهد افزایش داد. با افزایش غلظت اسیدهای آمینه مقادیر پروتئین کل، قندهای محلول کل، پرولین، محتوی نیتروژن و کلروفیل برگ‌ها افزایش یافت. در مجموع یافته‌های این تحقیق نشان داد که اگرچه در مورد اکثر صفات مورد مطالعه، بیشترین تأثیر در تیمار ۲ گرم در لیتر اوره مشاهده گردید اما اسیدهای آمینه نیز به واسطه بهبود ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیکی می‌توانند به عنوان منابع جدید نیتروژن در تغذیه گیاهان مورد استفاده قرار گیرند.

**واژه‌های کلیدی:** آگاستاکه، اسیدآمینه، محلول پاشی برگ‌ها، نیتروژن، پروتئین

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (مکاتبه کننده)

۳- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

\*پست الکترونیک: [horthasani@yahoo.com](mailto:horthasani@yahoo.com)

## مقدمه

آگاستاکه (*Agastache foeniculum*) گیاهی علفی، چندساله، متعلق به خانواده نعناع (Lamiaceae) (Omidbaigi & Mahmoodi, 2010) و بومی ایالات متحده و کانادا می باشد (Charles *et al.*, 1991; Mallavarapu *et al.*, 2004). آگاستاکه در شمال و جنوب اروپا و ناحیه مدیترانه کشت می شود. عطر و بوی اسانس این گیاه که اساساً در برگها و گلها سنتز می شود شبیه اسانس گیاه آنیسون می باشد. برگها و گل آذین این گیاه در تهیه کیکها، شیرینیها، سالادها، دسرها و به صورت دم کرده مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین برگها در درمان ناراحتیهای قلبی، درد قفسه سینه، القای عرق برای کاهش تب و ضماد بر روی محل درد کاربرد دارد (Mallavarapu *et al.*, 2004). مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی اگرچه تحت هدایت ژنتیکی ساخته می شوند ولی عوامل اقلیمی محل رویش و شرایط کشت و پرورش آنها نیز تأثیر به سزایی در کمیت و کیفیت این مواد دارند.

کاربرد صحیح و مناسب عناصر غذایی نه تنها نقش عمده ای در افزایش عملکرد گیاهان دارویی دارند، بلکه در کمیت و کیفیت مواد مؤثره آنها نیز مؤثر هستند (Omidbaigi, 2014). ترکیبات نیتروژنی جزو مهمترین عناصر غذایی می باشند که در رشد رویشی و زایشی گیاهان دارویی تأثیر می گذارند و طبعاً باعث تغییراتی در عملکرد محصول می شوند و در نتیجه کمیت و کیفیت مواد مؤثره آنها را نیز تحت تأثیر قرار می دهند (Ameri *et al.*, 2007). نیتروژن مهمترین عنصر غذایی ضروری برای گیاهان محسوب می گردد و با عناصری نظیر کربن، اکسیژن، هیدروژن و حتی گوگرد ترکیب شده و در ساختمان مولکولهای مواد بسیار ارزشمند نظیر پروتئینها، آنزیمها، کوآنزیمها، اسیدهای نوکلئیک و سیتوکرومها نقش دارد (Salisbury & Ross 1992). نیتروژن علاوه بر ایفای نقش در تشکیل پروتئینها، جزء لازم مولکول کلروفیل هم می باشد. اخیراً تمایل به استفاده از ترکیبات طبیعی یا ارگانیک از جمله اسیدهای آمینه به عنوان تنظیم کننده های رشدی رو به افزایش است. اسیدهای آمینه از ترکیبات آلی نیتروژنه و واحد سازنده پروتئینها می باشند. ساخت پروتئینها در ریپوزوم از پلیمریزه شدن اسیدهای آمینه صورت می گیرد. همچنین آنها در بیوسنتز

سایر ترکیبات آلی مانند رنگیزهها، ویتامینها، آلکالوئیدها، آنزیمها، ترپنوئیدها، کوآنزیمها، بازهای پورین و پیریمیدین نقش دارند (Kamar & Omar, 1987). مطالعات نشان می دهد که اسیدهای آمینه می توانند به صورت مستقیم و غیرمستقیم رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار دهند. اسیدآسپارتیک و اسیدگلوتامیک در انتقال و ذخیره نیتروژن و اساساً در گرده افشانی و میوه بندی اهمیت دارند. اسیدگلوتامیک در سنتز اکسین هم نقش دارد (Taiz & Zaiger, 2006). اسیدگلوتامیک پیش ساز مشترک برای کلروفیل و پرولین می باشد (Szabados & Savoure, 2009). جمال الدین و همکاران (Gamal El-Din *et al.*, 1997) دریافتند که تیمار گیاه *Cymbopogon citrates* با ۱۰۰ میلی گرم در لیتر فنیل آلانین و اورنیتین محتوای کربوهیدراتها را در مقایسه با شاهد به طور قابل توجهی افزایش می دهد. محلول پاشی برگگی گیاه ریحان با اسیدهای آمینه لیزین، اورنیتین و تربیتوفان سبب افزایش رشد رویشی و ترکیبات شیمیایی شده است (Talaat & Youssef, 2002). محلول پاشی با غلظت های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسیدآمینه های اورنیتین، پرولین و فنیل آلانین در گیاه بابونه (*Matricaria chamomila* L.) تأثیر معنی داری بر افزایش ارتفاع گیاه، تعداد ساقه، تعداد گل در هر گیاه، وزن تر و خشک گیاه و افزایش عملکرد رویشی گیاه داشته است (Karima *et al.*, 2005). تیمار گیاه بابونه (*Matricaria recutita* L.) با فرآوردهای تجاری شامل اسید آمینه های مختلف در غلظت های ۱۲۵، ۲۵۰ و ۳۷۰ میلی گرم در لیتر به طور قابل توجهی ارتفاع گیاه، تعداد شاخهها، مقدار کلروفیل a، میزان پرولین، فنل، به مقدار ناچیز کلروفیل b و کاروتن را افزایش داد و بالاترین میزان کاروتن، مقادیر کلروفیل a و b در تیمار ۳۷۰ میلی گرم در لیتر حاصل شد (Omer *et al.*, 2013). به منظور بررسی تأثیر مقادیر و روشهای مختلف مصرف نیتروژن بر تعدادی از ویژگیهای کمی و کیفی گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.). آزمایشی شامل کاربرد خاکی نیتروژن در ۴ سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و همچنین بصورت محلول پاشی در ۴ سطح صفر، ۴/۵، ۶ و ۷/۵ درصد نیتروژن خالص صورت گرفت. در این آزمایش مشخص شد که کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت مصرف خاکی به همراه ۴/۵ درصد نیتروژن خالص به صورت محلول پاشی،

ها کاشته شده و پس از سبز شدن در طی چندین مرحله تنک گردیدند و در نهایت در داخل هر گلدان ۷ بوته نگه-داری گردید. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و ۴ تکرار اجرا گردید. هر واحد آزمایشی شامل ۴ گلدان و در مجموع آزمایش متشکل از ۱۶۰ گلدان بود. تیمارهای کودی مورد استفاده شامل شاهد (محلول پاشی با آب مقطر)، محلول پاشی اوره در سه سطح (۰/۵، ۱ و ۲ گرم در لیتر) و محلول پاشی اسیدگلوتامیک و اسیدآسپارتیک هر کدام در سه سطح (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر) بودند. اولین مرحله محلول پاشی گیاهان در مرحله ۴ تا ۶ برگی انجام شد و محلول پاشی های بعدی هر ۲۰ روز یک بار (جمعاً ۴ بار) تکرار گردید. صفات مورد نظر شامل صفات رویشی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در پایان آزمایش (مرحله به گل رفتن بوته ها) مورد اندازه-گیری قرار گرفتند.

#### صفات رشدی گیاه

برای این منظور از هر واحد آزمایشی ۵ بوته به تصادف انتخاب گردیده و سپس ارتفاع گیاه (توسط خط کش)، قطر ساقه (توسط کولیس دیجیتالی) و وزن خشک برگ و ساقه (ترازوی دیجیتالی با دقت اندازه گیری ۰/۰۰۱ گرم) و سطح برگ ها (توسط دستگاه اندازه ی سطح برگ مدل AM ۲۰۰) اندازه گیری شد. برای اندازه گیری وزن خشک، قسمت های رویشی به مدت ۴۸ ساعت در آن ۷۰ درجه سلسیوس نگاهداری شدند.

بیشترین عملکرد بیولوژیک، بذر و سرشاخه گلدان را تولید نمود. این در حالی است که با افزایش مصرف نیتروژن درصد اسانس گیاه مرزه کاهش یافت، به طوری که بیشترین درصد اسانس مربوط به کاربرد ۶ درصد محلول مصرفی و عدم کاربرد کود به صورت مصرف خاکی بود (Alizadeh Sahzabi et al., 2007). تأثیر محلول پاشی با غلظت های متفاوت اوره (۱، ۱/۲۵، ۱/۵، ۱/۷۵ و ۲ گرم برای هر گیاه) در گیاه علف لیمو (*Cymbopogon flexuosus* L.) مورد مطالعه قرار گرفته و مشخص گردید که بیشترین ارتفاع و عملکرد مربوط به تیمار ۲ گرم اوره می باشد، در حالی که بیشترین محتوی اسانس و سطح برگ با تیمار ۱/۵ گرم اوره برای هر گیاه حاصل شده است (Singh & Singh, 2014). هدف از این تحقیق مطالعه تأثیر اوره و اسیدهای آمینه آسپارتیک و گلوتامیک بر برخی از پارامترهای رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه آگاستاکه بود.

#### مواد و روش ها

این تحقیق به صورت یک آزمایش گلدانی، در هوای آزاد و در گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه اجرا گردید. جهت بررسی وضعیت خاک مورد استفاده، تجزیه خاک صورت گرفت و نتایج حاصل از تجزیه ی خاک در جدول ۱ نمایش داده شده است. در این آزمایش به-دلیل کمبود فسفر در خاک، میزان ۴۳/۶ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم خاک، کود سوپر فسفات به خاک هر گلدان اضافه شد. بعد از آماده سازی خاک، بذرها در داخل گلدان-

جدول ۱- برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Table 1. Some physical and chemical characteristics of the used soil

EC	pH	K	P	کل نیتروژن Total Nitrogen	بیکربنات Bicarbonate	کربنات کلسیم Calcium carbonate	SP	کربن آلی Organic Carbon	سیلت Silt	رس Clay	شن Sand	بافت خاک Soil Texture
dS m <sup>-1</sup>			mg kg <sup>-1</sup>		meq l <sup>-1</sup>			%				
0.56	8.31	232.84	0.85	0.48	4	14.63	25	0.28	20	20	60	لومی شنی Sandy loam

منظور مقدار ۰/۱ گرم از ماده تر گیاهی با ۵ میلی لیتر استون ۱۰۰ درصد در داخل هاون چینی سابیده و له شد. عصاره حاصل شده در دستگاه سانتریفیوژ (۲۵۰۰ دور در دقیقه) به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. پس از سانتریفیوژ

#### ویژگی های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

##### کلروفیل و کاروتنوئید

استخراج و اندازه گیری رنگدانه های فتوسنتزی به روش لیچنتنالر (Lichtenthaler, 1987) انجام گرفت. برای این

برای اندازه‌گیری پرولین، ۱ میلی لیتر از عصاره الکلی تهیه شده با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر رقیق شده، سپس ۵ میلی-لیتر معرف نین هیدرین به محلول حاصل اضافه شد. پس از افزودن نین هیدرین، ۵ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال به آن اضافه و مخلوط حاصل به هم زده شد و درون حمام آب جوش (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۴۵ دقیقه نگه‌داری گردید. بعد از درآوردن نمونه‌ها از حمام آب جوش و سرد شدن آن‌ها، ۱۰ میلی لیتر بنزن به هر کدام از نمونه‌ها اضافه و به شدت تکان داده شد تا پرولین وارد فاز بنزن شود. نهایتاً بعد از ۳۰ دقیقه سکون میزان جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر قرائت گردید (Paquin & Lechasseur, 1979).

جهت اندازه‌گیری قندهای محلول کل نیز، ۰/۱ میلی لیتر از عصاره الکلی را برداشته و ۳ میلی لیتر آنترون تازه تهیه شده به آن افزوده شد. لوله‌های آزمایش را به مدت ۱۰ دقیقه درون حمام آب جوش قرار داده تا ماده رنگی تشکیل شود. بعد از خنک شدن نمونه‌ها میزان جذب آن‌ها در طول موج ۶۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید (Irigoyen *et al.*, 1992).

#### نیترژن

برای اندازه‌گیری نیترژن، ۰/۳ گرم از برگ خشک شده را وزن کرده و به آن ۲/۳ میلی لیتر مخلوط اسید (اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب مقطر) اضافه شد. بعد از یک شبانه روز در روی هیتر عمل هضم با آب اکسیژنه صورت گرفت. سپس میزان نیترژن عصاره حاصل به-وسیله دستگاه تقطیر مشخص گردید (Page, 1982).

#### تجزیه آماری داده‌ها

برای انجام تجزیه‌های آماری از نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ استفاده شد. مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال ۵ درصد) انجام گرفت.

#### نتایج و بحث

##### صفات رویشی

براساس نتایج تجزیه واریانس جدول ۲، محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه تأثیر معنی‌داری (در سطح احتمال ۱ درصد) بر کلیه صفات رشدی مورد اندازه‌گیری داشته است.

محلول رویی را برداشته و با دستگاه اسپکتروفتومتر، میزان جذب آن در طول موج‌های ۶۴۶، ۶۶۳ و ۴۷۰ نانومتر قرائت گردید و نهایتاً غلظت کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئید (بر حسب میلی گرم در گرم وزن تر نمونه) با استفاده از روابط زیر محاسبه شد.

$$(1) \quad (5/1 \text{ OD}_{663}) - (21/21 \text{ OD}_{646}) = \text{کلروفیل } b$$

$$(2) \quad (2/79 \text{ OD}_{646}) - (12/25 \text{ OD}_{663}) = \text{کلروفیل } a$$

$$(3) \quad \text{کلروفیل } b + \text{کلروفیل } a = \text{کلروفیل کل}$$

$$(4) \quad (1/8 \text{ OD}_{470}) - (1000) = \text{کاروتنوئید}$$

$$/198 \text{ (کلروفیل } \times 85/02 \times a \text{ (کلروفیل)}$$

#### پروتئین کل

برای تعیین میزان پروتئین محلول، ۱۰۰ میلی گرم کومایسی بریلیانت بلو<sup>۱</sup> را با ۵۰ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد حل نموده، و پس از اضافه نمودن ۱۰۰ میلی لیتر اسید فسفریک ۸۵ درصد به حجم ۱ لیتر رسانیده و از کاغذ صافی عبور داده شد. برای تهیه محلول استاندارد از آلبومین سرم گاوی (BSA)<sup>۲</sup> استفاده شد. جهت تهیه عصاره برگ، ۰/۵ گرم بافت برگ با ۵ میلی لیتر بافر تریس در هاون کوبیده شد. سپس در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد. در داخل لوله‌های آزمایش ابتدا ۲/۵ میلی لیتر از کومایسی بلو و سپس ۱۰۰ میکرولیتر عصاره برگ از هر نمونه اضافه شد و در نهایت میزان جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۵ نانومتر قرائت گردید (Bradford, 1976).

#### پرولین و قندهای محلول کل

برای این منظور، ابتدا ۰/۵ گرم از برگ تازه با الکل اتیلیک ۹۵ درصد به مدت ۳ دقیقه در داخل هاون چینی کوبیده و له شد. سپس محلول رویی را برداشته و تفاله باقی مانده با الکل ۷۰ درصد شستشو گردید و عصاره به دست آمده روی قبلی ریخته شد. بعد از سانتریفیوژ کردن (به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ rpm) فاز مایع رویی را برداشته و عصاره به دست آمده تا زمان اندازه‌گیری‌ها در داخل یخچال نگه‌داری گردید (Irigoyen *et al.*, 1992).

1- Coomassie Brilliant Blue  
2- Bovine serum albumin

## ارتفاع بوته

بیشترین و کمترین ارتفاع گیاهان به ترتیب ۴۶/۲۵ و ۳۱/۷۵ سانتی‌متر، به ترتیب در تیمار ۲ گرم در لیتر اوره و تیمار شاهد مشاهده گردید و تفاوت تیمار شاهد با سایر تیمارها از این نظر معنی‌دار بود. همچنین اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف اسیدآسپارتیک و نیز بین غلظت‌های مختلف اسیدگلوتامیک مشاهده نگردید (جدول ۳).

## قطر ساقه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها جدول ۳، محلول‌پاشی اوره و اسیدهای آمینه باعث افزایش معنی‌دار قطر ساقه نسبت به تیمار شاهد شد، به طوری که بیشترین و کمترین قطر ساقه (به ترتیب ۰/۴ و ۰/۳۲ سانتی‌متر) به ترتیب در تیمار ۲ گرم در لیتر اوره و تیمار شاهد مشاهده گردید. با افزایش غلظت محلول‌پاشی‌ها قطر ساقه نیز افزایش یافت که البته اختلاف بین تیمار اوره ۰/۵ گرم در لیتر و تیمارهای محلول‌پاشی با اسیدآمینه آسپارتیک و گلوتامیک معنی‌دار نبود (جدول ۳).

## تعداد برگ

اگرچه انجام محلول‌پاشی باعث افزایش تعداد برگ‌ها گردید اما اختلاف بین تیمار شاهد و تیمار محلول‌پاشی اسید آسپارتیک معنی‌دار نبود. بیشترین و کمترین تعداد برگ (به ترتیب ۱۵/۵ و ۱۲) به ترتیب در تیمار محلول‌پاشی با ۲ گرم در لیتر اوره و تیمار شاهد مشاهده گردید. با افزایش غلظت اوره تعداد برگ‌ها افزایش یافت و البته تیمار ۲ گرم در لیتر اوره با تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسپارتیک اختلاف معنی‌داری از این نظر نداشت (جدول ۳).

## سطح برگ

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها جدول ۳، بیشترین مقدار سطح برگ (۱۷۳/۷۸ سانتی‌متر مربع) در تیمار محلول‌پاشی ۲ گرم در لیتر اوره مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با غلظت ۱ گرم در لیتر اوره نداشت. کمترین مقدار سطح برگ (۱۲۲/۷ سانتی‌متر مربع) نیز در تیمار شاهد حاصل شد که با غلظت‌های ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسپارتیک و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدگلوتامیک اختلاف معنی‌داری نداشت.

## وزن خشک برگ

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها جدول ۳، محلول‌پاشی اوره و اسیدهای آمینه باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک برگ‌ها در مقایسه با شاهد گردید. بیشترین میزان وزن خشک برگ‌ها ۱/۳۲۷ گرم، در تیمار محلول‌پاشی با ۲ گرم در لیتر اوره و کمترین مقدار آن (۰/۶۵ گرم)، در تیمار شاهد مشاهده گردید. همچنین اختلاف بین سطوح مختلف هر دو اسید آمینه و اوره ۰/۵ گرم در لیتر از این نظر معنی‌دار نبود.

## وزن خشک ساقه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها جدول ۳، بیشترین میزان وزن خشک ساقه ۱/۰۳۹ گرم، در تیمار محلول‌پاشی با ۲ گرم در لیتر اوره و کمترین وزن خشک ساقه ۰/۴۳۶ گرم، نیز در تیمار شاهد مشاهده گردید که اختلاف آن‌ها با سایر تیمارها معنی‌دار بود. همچنین در بین غلظت‌های مختلف اسیدگلوتامیک، غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسپارتیک و نیز غلظت‌های ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر اوره از نظر وزن خشک ساقه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، کاربرد منابع مختلف نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی گیاه آگاستاکه شده است. از نظر پارامترهای رشدی تیمار ۲ گرم در لیتر اوره بیشترین مقدار را داشت، که علت آن نقش نیتروژن در افزایش تولید ماده خشک و افزایش طول دوره رشد می‌باشد. نتایج این پژوهش با یافته‌های محققانی مانند سالونن (Salonen, 1980) در گیاه شابیژک (*Atropa belladonna*، موری و همکاران (Moursy et al., 1988) در گیاه تاتوره (*Datura stramonium*)، طلعت و یوسف (Talaat & Youssef, 2002) در گیاه ریحان مطابقت دارد. افزایش ارتفاع بوته و سایر صفات رویشی این‌گونه قابل توجیه است که با مصرف کود حاوی نیتروژن، گیاه آسانتر به عناصر غذایی دسترسی داشته و بهتر استقرار می‌یابد. بنابراین نیازی ندارد که حجم ریشه را افزایش دهد و در نتیجه انرژی بیشتری برای توسعه بخش‌های هوایی صرف می‌کند (Meawad et al., 1984). با مصرف نیتروژن، رشد رویشی، سطح برگ‌ها و تعداد شاخه‌های فرعی افزایش می‌یابد و این افزایش باعث می‌شود سطح کربن‌گیری در گیاه افزایش یافته و در نتیجه میزان مواد غذایی ساخته شده و عملکرد افزایش یابد (Guler et al., 2006). والر و ناواکی (Waller &

مواد رشدی هستند (Gross, 1991). چندین مسیر جایگزین در بیوسنتز اکسین در گیاهان وجود دارد که همه با اسیدهای آمینه شروع می‌شود و سبب تحریک رشد گیاهان می‌شود (Phillips, 1971). به نظر می‌رسد مصرف نیتروژن با نقشی که در فرآیندهای متابولیکی فتوسنتز دارد، منجر به افزایش ویژگی‌های رویشی می‌شود. البته باید اشاره نمود که این افزایش آستانه‌ای دارد و بیشتر از این مقدار منجر به کاهش ویژگی‌های رویشی می‌شود (Mardaninejad et al., 2005).

(Nowacki, 1978) بیان داشته‌اند، نقش تنظیم‌کنندگی اسیدهای آمینه می‌تواند به صورت غیرمستقیم از طریق تأثیر در بیوسنتز جیبرلین‌ها باشد. تمامی آمینوها به عنوان منبع اسیدهای آمینه ممکن است نقش مهمی در متابولیسم گیاهی و تجمع پروتئین داشته باشند که این امر به نوبه خود سبب افزایش وزن تر و خشک گیاه می‌شود (Shehata et al., 2011). L گلوتامیک و L آسپارتیک اسید قابلیت تبدیل به سایر اسیدهای آمینه را دارند. اسیدهای آمینه پیش‌ساز یا فعال کننده فیتوهورمون‌ها و

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه بر صفات رویشی گیاه آگاستاکه

Table 2. Analysis of variance for the foliar application effect of urea and amino acids on growth parameters of *Agastache foeniculum*

میانگین مربعات MS							منابع تغییرات
ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد برگ Leaf number	سطح برگ Leaf area	وزن خشک برگ Dry weight of leaf	وزن خشک ساقه Dry weight of shoot	درجه آزادی df	(Sources of variation)
44.2**	0.95**	4.17**	89010.2**	0.12**	0.098**	10	تیمار (Treatment)
2.58	0.01	0.86	10798.35	0.004	0.003	30	خطای آزمایشی (Error)
3.99	3.5	6.8	7.14	7.67	9.36		ضریب تغییرات (%) (Coefficient of Variation) (%)

\*\* : Significant at 1% level

\*\* : معنی دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۳- تأثیر محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه بر صفات رویشی گیاه آگاستاکه

Table 3. Effect of foliar application of urea and amino acids on growth parameters of *Agastache foeniculum*

وزن خشک ساقه Dry weight of shoot (g)	وزن خشک برگ Dry weight of leaf (g)	سطح برگ Leaf area (cm <sup>2</sup> )	تعداد برگ Number of leaf	قطر ساقه Stem diameter (cm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	Parameter صفات
0.436 <sup>d</sup>	0.652 <sup>d</sup>	122.7 <sup>f</sup>	12 <sup>d</sup>	0.32 <sup>d</sup>	31.75 <sup>d</sup>	تیمار شاهد Control
0.61 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0.893 <sup>bc</sup>	146.9 <sup>bcde</sup>	13.5 <sup>c</sup>	0.34 <sup>c</sup>	40.25 <sup>bc</sup>	0.5
0.638 <sup>bc</sup>	0.924 <sup>b</sup>	159 <sup>ab</sup>	13.75 <sup>bc</sup>	0.38 <sup>b</sup>	40.25 <sup>bc</sup>	1
1.039 <sup>a</sup>	1.327 <sup>a</sup>	173.8 <sup>a</sup>	15.5 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	46.25 <sup>a</sup>	2
0.619 <sup>bc</sup>	0.85 <sup>bc</sup>	153.52 <sup>bc</sup>	15 <sup>ab</sup>	0.36 <sup>bc</sup>	41.25 <sup>bc</sup>	100
0.593 <sup>bc</sup>	0.8 <sup>c</sup>	130.9 <sup>ef</sup>	13.5 <sup>c</sup>	0.37 <sup>bc</sup>	42.5 <sup>b</sup>	200
0.662 <sup>b</sup>	0.81 <sup>bc</sup>	134.7 <sup>def</sup>	13.75 <sup>bc</sup>	0.37 <sup>bc</sup>	39.9 <sup>bc</sup>	300
0.551 <sup>c</sup>	0.837 <sup>bc</sup>	137.2 <sup>cdef</sup>	12.75 <sup>cd</sup>	0.36 <sup>bc</sup>	38.5 <sup>c</sup>	100
0.547 <sup>c</sup>	0.827 <sup>bc</sup>	143.4 <sup>bcde</sup>	13 <sup>cd</sup>	0.35 <sup>c</sup>	40.125 <sup>bc</sup>	200
0.61 <sup>bc</sup>	0.89 <sup>bc</sup>	150.9 <sup>bcd</sup>	13.25 <sup>cd</sup>	0.35 <sup>c</sup>	39.75 <sup>c</sup>	300

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with similar letter(s) in each column are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range test.

براساس نتایج تجزیه واریانس، محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه تأثیر معنی داری (در سطح احتمال ۱

صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی رنگیزه‌های فتوسنتزی

کلروفیل a در تیمار ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید گلوتامیک با تیمارهای ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید گلوتامیک و ۲ گرم در لیتر اوره اختلاف معنی داری نداشت. در خصوص محلول پاشی اسید آمینه گلوتامیک مشاهده گردید که با افزایش غلظت این اسید آمینه، مقدار کلروفیل a افزایش یافت. اما در مورد اسید آمینه آسپارتیک چنین روندی بطور مشخص مشاهده نگردید (جدول ۵).

درصد) بر مقدار رنگیزه های فتوسنتزی (کلروفیل و کاروتنوئید) گیاه آگاستاکه داشته است (جدول ۴).

### کلروفیل a

انجام محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه باعث افزایش میزان کلروفیل a گردید، به طوری که بیشترین و کمترین میزان کلروفیل a (به ترتیب ۱/۰۶ و ۰/۴۴۷ میلی گرم در گرم وزن تر) به ترتیب در تیمار محلول پاشی با ۳۰۰ میلی-گرم در لیتر اسید گلوتامیک و شاهد مشاهده گردید. مقدار

جدول ۳- تأثیر محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه بر صفات رویشی گیاه آگاستاکه

Table 3. Effect of foliar application of urea and amino acids on growth parameters of *Agastache foeniculum*

وزن خشک ساقه Dry weight of shoot (g)	وزن خشک برگ Dry weight of leaf (g)	سطح برگ Leaf area (cm <sup>2</sup> )	تعداد برگ Number of leaf	قطر ساقه Stem diameter (cm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	صفت تیمار Parameter Treatment
0.436 <sup>d</sup>	0.652 <sup>d</sup>	122.7 <sup>f</sup>	12 <sup>d</sup>	0.32 <sup>d</sup>	31.75 <sup>d</sup>	شاهد Control
0.61 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0.893 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	146.9 <sup>b</sup> <sup>c</sup> <sup>d</sup> <sup>e</sup>	13.5 <sup>c</sup>	0.34 <sup>c</sup>	40.25 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0.5 اوره
0.638 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0.924 <sup>b</sup>	159 <sup>ab</sup>	13.75 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0.38 <sup>b</sup>	40.25 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	1 Urea (g l <sup>-1</sup> )
1.039 <sup>a</sup>	1.327 <sup>a</sup>	173.8 <sup>a</sup>	15.5 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	46.25 <sup>a</sup>	2 Urea (g l <sup>-1</sup> )
0.619 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0.85 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	153.52 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	15 <sup>ab</sup>	0.36 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	41.25 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	100 اسید آسپارتیک
0.593 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0.8 <sup>c</sup>	130.9 <sup>ef</sup>	13.5 <sup>c</sup>	0.37 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	42.5 <sup>b</sup>	200 Aspartic acid
0.662 <sup>b</sup>	0.81 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	134.7 <sup>def</sup>	13.75 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0.37 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	39.9 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	300 (mg l <sup>-1</sup> )
0.551 <sup>c</sup>	0.837 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	137.2 <sup>c</sup> <sup>d</sup> <sup>ef</sup>	12.75 <sup>cd</sup>	0.36 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	38.5 <sup>c</sup>	100 اسید گلوتامیک
0.547 <sup>c</sup>	0.827 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	143.4 <sup>b</sup> <sup>c</sup> <sup>d</sup> <sup>e</sup>	13 <sup>cd</sup>	0.35 <sup>c</sup>	40.125 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	200 Glutamic acid
0.61 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0.89 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	150.9 <sup>b</sup> <sup>c</sup> <sup>d</sup>	13.25 <sup>cd</sup>	0.35 <sup>c</sup>	39.75 <sup>c</sup>	300 (mg l <sup>-1</sup> )

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، براساس آزمون چنددامنه ای دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with similar letter(s) in each column are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range test.

گرم در لیتر اسید گلوتامیک و ۰/۵ گرم در لیتر اوره معنی دار نبود (جدول ۵).

### کلروفیل کل

روند تغییرات کلروفیل کل تحت تأثیر محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه تقریباً مشابه روند تغییرات کلروفیل a و b می باشد. به طوری که بیشترین مقادیر آن در تیمار ۲ گرم در لیتر اوره و اسید گلوتامیک ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد به دست آمد. همچنین اختلاف بین سطوح مختلف اسید آسپارتیک، اسید گلوتامیک ۱۰۰ میلی گرم در لیتر و اوره ۰/۵ گرم در لیتر معنی دار نبود (جدول ۵).

### کلروفیل b

میزان کلروفیل b در تیمارهای محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه به طور معنی داری بیشتر از تیمار شاهد بود. بیشترین و کمترین میزان کلروفیل b (به ترتیب ۰/۶۲۵ و ۰/۲۳۶ میلی گرم در گرم وزن تر) به ترتیب در تیمار محلول پاشی ۲ گرم در لیتر اوره و شاهد مشاهده گردید. بین تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید گلوتامیک با تیمار محلول پاشی ۲ گرم در لیتر اوره اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. همچنین اختلاف بین سطوح مختلف محلول پاشی اسید آسپارتیک، ۱۰۰ میلی-

جدول ۴- تجزیه واریانس مربوط به تأثیر محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه آگاستاکه  
Table 4. Analysis of variance for the foliar application effect of urea and amino acids on physiological and biochemical characteristics of *Agastache foeniculum*

میانگین مربعات MS									
کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	کاروتنوئید Carotenoid	پرولین Prolin e	قندهای محلول کل Total soluble sugars	پروتئین کل Total Protein	محتوی نیتروژن Nitrogen content	درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of variation
0.158**	0.06**	0.397**	0.006**	0.432*	278.5**	0.0044**	0.18**	10	تیمار Treatment
0.009	0.003	0.0163	0.0002	0.01	9.32	0.00016	0.005	30	خطای آزمایشی Error
12.48	12.16	10.26	2.67	3.64	4.89	9.49	7		ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)

#### کاروتنوئید

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵)، اگرچه محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه باعث افزایش محتوی کاروتنوئیدها گردید اما با این حال اختلاف بین تیمار شاهد با تمام سطوح محلول پاشی اسیدآسپارتیک و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدگلوتامیک معنی‌دار نبود. بیشترین میزان کاروتنوئید نیز در تیمار ۲ گرم در لیتر اوره مشاهده گردید که دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بود. با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که تغذیه نیتروژنی سبب افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی شده است. چنین نتایجی توسط میلاد (Milad, 1998) در دو گونه از *Mentha*، شوالا (Shoala, 2000) در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula multifida*) و حسنین (Hassanein, 2003) در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) نیز گزارش شده است. بسیاری از محققین گزارش کرده‌اند که تشکیل کلروفیل با تغذیه معدنی گیاه به‌ویژه نیتروژن مرتبط است. نیتروژن علاوه بر شرکت در ساختمان پروتئین‌ها، قسمتی از مولکول کلروفیل را نیز تشکیل می‌دهد. یک اتم منیزیم و چهار اتم نیتروژن در حلقه‌های درون کلروفیل جای گرفته‌اند. اتم‌های نیتروژن از سویی با اتم‌های کربن و از سوی دیگر با اتم منیزیم پیوند مشترک دارند، بنابراین کمبود نیتروژن سبب زرد شدن برگ‌های پیر و در نهایت توقف رشد گیاه

می‌شود (Govind & Prasad, 1982). همچنین نیتروژن یکی از اجزای کلروفیل است که می‌تواند تولید کلروفیل را بدون تأثیر در رشد تحریک کند (Meek, 1974). محتوی کلروفیل از معیارهای مشخصی است که به‌عنوان شاخص فعالیت فتوسنتزی در گیاهان مطرح است. با توجه به اینکه غلظت نیتروژن موجود در بخش‌های رویشی سبز گیاه با محتوی کلروفیل در ارتباط است بنابراین به‌طور غیرمستقیم با یکی از فرآیندهای فیزیولوژیکی اساسی گیاه یعنی فتوسنتز ارتباط دارد (Bojovic & Stojanovic, 2005). باشد. اشرفی (Ashrafi, 2014) نیز گزارش نمود که تیمار گیاه شاه اسپرم (*Tanacetum balsamita* L.) با اسید گلوتامیک، اسید آسپارتیک و اوره سبب افزایش معنی‌دار پرولین شده است. با توجه به این‌که در چرخه سنتزی پرولین چندین اسید آمینه و اوره نقش دارند لذا تأمین نیتروژن می‌تواند توجیه‌کننده افزایش سنتز پرولین در تیمارهای محلول پاشی شده با اوره و اسیدهای آمینه (به‌ویژه اسید گلوتامیک) باشد. اشرفی (Ashrafi, 2014) نیز گزارش نمود که تیمار گیاه شاه اسپرم (*Tanacetum balsamita* L.) با اسید گلوتامیک، اسید آسپارتیک و اوره سبب افزایش معنی‌دار پرولین شده است.



جدول ۵- تأثیر محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه آگاستاکه

Table 5. Effect of foliar application of urea and amino acids on physiological and biochemical characteristics of *Agastache foeniculum*

نیتروژن Nitrogen content (%)	پروتئین کل Total protein (mg g <sup>-1</sup> fresh weight)	قندهای محلول کل Total soluble sugars (mg g <sup>-1</sup> fresh weight)	پرولین Proline (μmol g <sup>-1</sup> fresh weight)	کاروتنوئید Carotenoid (mg g <sup>-1</sup> fresh weight)	کلروفیل کل Total Chlorophyll (mg g <sup>-1</sup> fresh weight)	کلروفیل b Chlorophyll b (mg g <sup>-1</sup> fresh weight)	کلروفیل a Chlorophyll a (mg g <sup>-1</sup> fresh weight)	صفت
								تیمار Treatment
0.63 <sup>d</sup>	0.08 <sup>g</sup>	44.6 <sup>d</sup>	2.52 <sup>c</sup>	0.524 <sup>d</sup>	0.683 <sup>d</sup>	0.236 <sup>e</sup>	0.447 <sup>g</sup>	Control شاهد
1 <sup>b</sup>	0.11 <sup>ef</sup>	59.76 <sup>bc</sup>	3.11 <sup>a</sup>	0.591 <sup>c</sup>	1.12 <sup>b</sup>	0.508 <sup>bcd</sup>	0.611 <sup>efg</sup>	0.5 g l <sup>-1</sup>
1.29 <sup>a</sup>	0.12 <sup>f</sup>	58.7 <sup>bc</sup>	3.16 <sup>a</sup>	0.576 <sup>c</sup>	1.095 <sup>c</sup>	0.52 <sup>bc</sup>	0.575 <sup>fg</sup>	1 g/l
1.4 <sup>a</sup>	0.13 <sup>def</sup>	61.2 <sup>bc</sup>	3.17 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	1.572 <sup>a</sup>	0.625 <sup>a</sup>	0.947 <sup>abc</sup>	2 g/l
0.86 <sup>c</sup>	0.11 <sup>ef</sup>	58.7 <sup>c</sup>	2.65 <sup>b</sup>	0.528 <sup>d</sup>	1.18 <sup>b</sup>	0.441 <sup>cd</sup>	0.734 <sup>def</sup>	100 Mg l <sup>-1</sup>
0.95 <sup>bc</sup>	0.14 <sup>cd</sup>	63.4 <sup>bc</sup>	2.55 <sup>bc</sup>	0.542 <sup>d</sup>	1.27 <sup>b</sup>	0.447 <sup>cd</sup>	0.822 <sup>bcd</sup>	200 Mg l <sup>-1</sup>
0.9 <sup>bc</sup>	0.17 <sup>b</sup>	71.4 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	0.537 <sup>d</sup>	1.23 <sup>b</sup>	0.429 <sup>d</sup>	0.797 <sup>cde</sup>	300 Mg l <sup>-1</sup>
1.04 <sup>b</sup>	0.13 <sup>def</sup>	61.9 <sup>bc</sup>	2.74 <sup>b</sup>	0.522 <sup>d</sup>	1.2 <sup>b</sup>	0.422 <sup>d</sup>	0.77 <sup>cde</sup>	100 Mg l <sup>-1</sup>
1.04 <sup>b</sup>	0.15 <sup>bc</sup>	72.75 <sup>a</sup>	2.72 <sup>b</sup>	0.57 <sup>c</sup>	1.6 <sup>a</sup>	0.573 <sup>ab</sup>	1 <sup>ab</sup>	200 Mg l <sup>-1</sup>
1.05 <sup>b</sup>	0.2 <sup>a</sup>	71.4 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	0.617 <sup>b</sup>	1.64 <sup>a</sup>	0.579 <sup>ab</sup>	1.06 <sup>a</sup>	300 Mg l <sup>-1</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with similar letter(s) in each column are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range test.

### قندهای محلول کل

طبق نتایج تجزیه واریانس جدول ۴، محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه تأثیر معنی داری بر میزان قندهای محلول کل برگ در سطح احتمال ۱ درصد داشته‌اند. بیشترین و کمترین میزان قندهای محلول کل (به ترتیب ۷۲/۷۵ و ۴۴/۶ میلی گرم در گرم وزن تر) به ترتیب در تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدگلوتامیک و تیمار شاهد مشاهده گردید. بین تیمارهای محلول پاشی با ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدگلوتامیک و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدآسپارتیک و اسیدگلوتامیک اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین اختلاف بین سطوح مختلف محلول پاشی اوره، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدآسپارتیک و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدگلوتامیک از این نظر معنی دار نبود. در مجموع با افزایش غلظت اوره و اسیدهای آمینه مقدار قندهای محلول افزایش نشان داد (جدول ۵). افزایش قندهای محلول در برگ‌های گیاه آگاستاکه در اثر محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه که در تحقیق حاضر مشاهده گردید توسط محققان دیگری مانند اتوا و همکاران (Attoa et al., 2002) در *Jberis amara L.* طلعت و یوسف (Talaat & Yossef, 2002) در ریحان و عبدالعزیز و بالبا (Abd El-Aziz & Balbaa, 2007) در *Salvia farinacea* نیز گزارش شده است. تأثیر مثبت اسیدهای آمینه بر قندهای محلول کل می‌تواند ناشی از نقش مهم آن‌ها در بیوسنتز مولکول کلروفیل باشد. در این مورد دولین (Devlin, 1969) اظهار داشته است که در چرخه کربس، اسید آمینه گلايسين سبب القای بیوسنتز کلروفیل می‌شود. اسیدهای آمینه به واسطه افزایش کلروفیل، فتوسنتز را افزایش می‌دهند و هر فاکتوری که باعث افزایش فتوسنتز شود باعث افزایش محتوای کربوهیدرات‌ها می‌گردد.

### پروتئین کل

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه باعث تغییرات معنی دار (در سطح احتمال ۱ درصد) در میزان پروتئین کل شده‌اند (جدول ۴). بیشترین و کمترین میزان پروتئین (۰/۲ و ۰/۰۸ میلی گرم در گرم وزن تر) به ترتیب در تیمار ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدگلوتامیک و شاهد مشاهده گردید. با افزایش غلظت اسیدهای آمینه میزان پروتئین کل افزایش یافت. در

خصوص اوره نیز اگرچه با افزایش غلظت اوره میزان پروتئین کل افزایش یافت ولی اختلاف معنی داری بین غلظت‌های مختلف اوره مشاهده نگردید (جدول ۵). نتایج این تحقیق نشان داد که محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه سبب افزایش میزان پروتئین در گیاه آگاستاکه شده است که با یافته‌های یوسف و همکاران (Youssef et al., 2004) در *Datura stramonium*، کاریما و همکاران (Karima et al., 2005) در گیاه بابونه و طلعت و یوسف (Talaat & Youssef, 2002) در گیاه ریحان مطابقت دارد. اتصال آسپاراتات و گلوتامین در چرخه مهم متابولیکی کربن و نیتروژن تأثیر گذاشته و آن‌ها نیز بر میزان قند و پروتئین تأثیر می‌گذارند (Taiz & Zeiger, 2006). نیتروژن به هر صورتی که توسط گیاه جذب شود در داخل گیاه توسط جریان احیاء به اسیدهای آمینه تبدیل می‌شود و اسیدهای آمینه نیز واحد سازنده و اساسی در بیوسنتز پروتئین می‌باشند (Singh, 1999). به همین دلیل با افزایش غلظت اسیدهای آمینه میزان پروتئین افزایش یافته است. بیشترین مقدار نیتروژن موجود در گیاه به صورت آلی و به شکل پروتئین است. نیتروژن جزء مهمی از مولکول کلروفیل است و هرچه مقدار عرضه این عنصر بیشتر شود مقدار پروتئین تولید شده بیشتر و در نتیجه برگ‌ها بزرگتر شده و سطح فعال برگ برای کربن‌گیری نیز افزایش می‌یابد. بنابراین ساخت مواد هیدروکربنه با افزایش نیتروژن، بیشتر و مصرف آن برای ساخت پروتئین و تولید متابولیت‌های ثانویه افزایش می‌یابد (Qranjik & Galeshi, 2001).

### نیتروژن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای محلول پاشی اوره و اسیدهای آمینه محتوی نیتروژن بافت برگ آگاستاکه را به‌طور معنی داری (در سطح احتمال ۱ درصد) تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۴). بیشترین و کمترین محتوی نیتروژن گیاه (به ترتیب ۱/۴ و ۰/۶۳ درصد) به ترتیب در گیاهان محلول پاشی شده با ۲ گرم در لیتر اوره و تیمار شاهد مشاهده گردید. اختلاف معنی داری بین غلظت‌های مختلف اسیدگلوتامیک، تیمار ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدآسپارتیک و تیمار ۰/۵ گرم در لیتر اوره یافت نشد (جدول ۵). نتایج حاصل نشان داد که اگرچه تمامی تیمارها سبب افزایش غلظت نیتروژن در مقایسه با تیمار

آمینو اسپارتیک و گلوتامیک باعث افزایش ویژگی‌های رشدی شدند اما بیشترین تاثیر در تیمار ۲ گرم در لیتر اوره مشاهده گردید و در مورد اکثر صفات اختلاف بین سطوح محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و غلظت‌های ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر اوره معنی‌دار نبود. در مورد صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نیز محلول‌پاشی منابع نیتروژنی باعث افزایش آن‌ها نسبت به تیمار شاهد گردید که البته میزان تاثیر بسته به نوع صفت در تیمارهای مختلف متفاوت بود. در مجموع باتوجه به نقش مثبت اسیدهای آمینه در بهبود ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه آگاستاکه که قابل قیاس با کاربرد اوره بود می‌توان در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار و به منظور کاهش یا حذف مصرف کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه را توصیه نمود.

شاهد گردیده است اما میزان این افزایش به غلظت و نوع کود نیتروژنی به کار برده شده بستگی دارد. بیشترین میزان نیتروژن در تیمار اوره مشاهده گردید که این به دلیل نفوذ پذیری بیشتر غشاء کوتیکول به اوره نسبت به یون‌های غیرآلی می‌باشد که بسیار سریع و موثر جذب و مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد (Wojcik *et al.*, 2004). یافته‌های این تحقیق با یافته‌های النجار و همکاران (El-Naggar *et al.*, 2013) در گیاه لیلیوم و یاسین و همکاران (Yassen *et al.*, 2010) در گیاه آنیسون مطابقت دارد.

### نتیجه گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه آگاستاکه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و اوره قرار گرفت. اگرچه تمام سطوح کاربرد اوره و اسیدهای

### References

- Abd El-Aziz N.G., and Balbaa L.K. 2007. Influence of Tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea* plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(11): 1479-1489.
- Alizadeh Sahzabi A., Sharifi Ashorabadi E., Shiranirad A.H., Bigdeli M., and Abaszadeh B. 2007. The effects of different methods and levels of using nitrogen on some quality and quantity characteristics of *Satureja hortensis* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(3): 416-431. (In Persian)
- Ameri A., Nasiri Mahallati M., and Rezvani P. 2007. Effects of different nitrogen levels and plant density on flower, essential oils and extract production and nitrogen use efficiency of Marigold (*Calendula officinalis*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 5(2): 315-325. (In Persian)
- Ashrafi S. 2014. Foliar spray effects of urea and some amino acids on morphological, physiological and biochemical characteristics of costmary (*Tanacetum balsamita* L.). M.Sc. Thesis, Urmia University, Iran. 103 p. (In Persian)
- Attoa G.W., Wahba E., and Farahat A.A. 2002. Effect of some amino acids and sulphur fertilization on growth and chemical composition of *Iberis amara* L. plants. *Egyptian Journal of Horticulture*, 29:17-37.
- Bojovic B., and Stojanovic J. 2005. Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. *Archives of Biological Science Belgrade*, 57(4): 283-290.
- Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254.
- Charles D.J., Simon J.E., and Widrlechner M.P. 1991. Characterization of essential oil of Agastache species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39: 1946-1949.
- Devlin R.M. 1969. Plant Physiology. 2<sup>nd</sup> Ed., S. Muthiah at Tamil and Printers and Traders Pvt. Ltd., Madra, India. 164 p.
- El-Naggar A.A.M., Adam A.I., and El-Tony F.E.Z.H. 2013. Response of Longiflorum X Asiatic Hybrid Lilium plants to foliar spray with some amino acids. *Alex. Journal of Agricultural Research*, 58(3): 197-208.
- Gamal El-Din K. M., Tarraf A.Sh., and Balbaa A. 1997. Physiological studies on the effect of some amino acids and microelements on growth and essential oil content in lemon grass (*Cymbopogon citrates* Hort.). *Journal of Agricultural Science Mansoura University*, 22(12): 4229-4241.
- Govind S., and Prasad A. 1982. Effect of nitrogen on fruit-set, fruit drop and yield of sweet orange. *Punjab Horticultural Journal*, 22(1/2): 15-20.

- Gross J. 1991. *Pigments in Vegetables*. Van Nostrand Reinhold, New York, 351 p.
- Guler S., Ibriki H., and Buyuk G. 2006. Effects of different nitrogen rates on yield and leaf nutrient contents of drip-fertigated and greenhouse-grown cucumber. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5(4): 657-662.
- Hassanein R.A.M. 2003. Effect of some amino acids, trace elements and irradiation on fennel (*Foeniculum vulgare* L.). Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt.
- Irigoyen J.J., Emerich D.W., and Sanchez-Diaz M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia Plantarum*, 84: 55-60.
- Kamar M.E., and Omar A. 1987. Effect of nitrogen levels and spraying with aminal-forte (amino acids salvation) on yield of cucumber and potatoes. *Journal of Agricultural Science Mansoura University*, 12(4): 900 - 907.
- Karima A., Gamal El-Din K.M., and Abdel-Wahed M.S.A. 2005. Effect of some amino acids on growth and essential oil content of chamomile plant. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7(3): 376-380.
- Lichtenthaler H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148: 350-382.
- Mallavarapu G.R., Kulkarni R.N., Baskaran K., and Ramesh S. 2004. The essential oil composition of anise hyssop grown in India. *Flavour and Fragrance Journal*, 19: 351-353.
- Mardaninejad S.H., Khold Barin B., Sadat Y., Moradshahi A., and Vazir Pour M. 2005. Vegetative behavior change and the amount of essential oil of lavender (*Lavandula officinalis*) in response to different amounts of ammonium nitrate. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 19: 16-35. (In Persian)
- Meawad A.A., Awad A.E., and Afify A. 1984. The combined effects of N-fertilization and growth regulators on chamomile plants. *Acta Horticulturae*, 144: 123-134.
- Meek J.C. 1974. Chlorophylls. In: Stewart WDP, (ed.) "Algal Physiology and Biochemistry." Blackwell, London, pp: 161-75.
- Milad S.M.N. 1998. Effect of tryptophan and methionine on the productivity of two *Mentha* species and American *Ocimum* plants. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt.
- Moursy H.A., Hussein S.M., and El-Bahar K.M. 1988. Effect of some alkaloid precursors on the growth and alkaloid production of *Datura stramonium* L. cultured in vitro. *Egyptian Journal of Botany*, 31: 153-165.
- Omer E.A., Said-Al Ahl H.A.H., El Gendy A.G., Shaban Kh.A., and Hussein M.S. 2013. Effect of amino acids application on production, volatile oil and chemical composition of chamomile cultivated in saline soil at Sinai. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(4): 3006-3021.
- Omidbaigi R. 2014. Production and processing of medicinal plants. Astane Gods Razavi Press, Vol1, 347p. (In Persian)
- Omidbaigi R., and Mahmoodi M. 2010. Effect of Irrigation Regimes on the Essential Oil Content and Composition of *Agastache foeniculum*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 13(1): 59-65.
- Page A.L. 1982. Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. 2nd Eds. Soil Science Society of America, Book Series 5, Madison, WI.
- Paquin R., and Lechasseur P. 1979. Observations sur une methode de dosage de la proline libre dans les extraits de plantes. *Canadian Journal of Botany*, 57(18): 1851-1854.
- Phillips I.D.J. 1971. Introduction to the Biochemistry and Physiology of Plant Growth Hormones. Mc Graw-Hill Book Company, New York, 173p.
- Qranjik A., and Galeshi S. (2001). Effect of nitrogen spray on yield and yield component of wheat. *Agriculture and Natural Resource Journal*, 8(2): 87- 98.
- Salisbury F.B., and Ross C.W. 1992. Plant physiology. 4<sup>th</sup> Eds, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, USA, 682 p.
- Wojcik S.M., Rhee J.S., Herzog E., Sigler A., Jahn R., Takamori S., Brose N. and Rosenmund C., 2004. An essential role for vesicular glutamate transporter 1 (VGLUT1) in postnatal development and control of quantal size. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (18), pp.7158-7163.

## Effect of Foliar Application of Urea, Aspartic Acid and Glutamic Acid on Growth, Physiological and Biochemical Characteristics of Anise Hyssop (*Agastache foeniculum*)

Rahimeh Jahani<sup>1</sup>, Abbas Hassani<sup>2\*</sup>, Abbas Samadi<sup>3</sup>

(Received: November 2016

Accepted: February 2017)

### Abstract

Anise Hyssop (*Agastache foeniculum*) is a perennial and aromatic herb plant, belonging to the Lamiaceae family. Its essential oil has antifungal and antibacterial properties and used in food and pharmaceutical industries. To study the effects of foliar application of urea and amino acids on some morpho-physiological and biochemical characteristics of anise hyssop, a pot experiment was conducted in completely randomized design with four replications. The treatments were foliar application of urea (0.5, 1 and 2 g/l), aspartic acid (100, 200 and 300 mg/l), glutamic acid (100, 200 and 300 mg/l) and control (no nitrogen application). The results showed that foliar application of urea and amino acids had significant effects on growth, physiological and biochemical parameters. The highest and the lowest amounts of plant height, leaf number and area, stem diameter, fresh and dry weight of leaves and stems were obtained in 2 g/l of urea and control treatments, respectively. Foliar application of urea and amino acids increased photosynthesis pigments, proline, total soluble sugars, total protein and nitrogen content of leaves compared to control. Total protein, total soluble sugars, proline, leaf chlorophyll and nitrogen content increased as the concentration of amino acids increased. Overall, the findings of this study showed that foliar application of 2 g/l of urea was the most effective treatment for the studied characteristics however amino acids through improvement of growth and physiological characteristics can be used as new sources of nitrogen for plant nutrition.

**Key words:** *Agastache foeniculum*, Amino acid, Foliar spraying, Nitrogen, Protein

1- Former Graduate Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University

2- Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University

3. Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University

\* Corresponding Author Email: [horthasani@yahoo.com](mailto:horthasani@yahoo.com)