



به‌زراعی کشاورزی

دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰

صفحه‌های ۱۶۸-۱۵۵

مقاله پژوهشی:

اثرات تغذیه برگ‌های کودهای نانو نیتروژن و اوره بر ویژگی‌های کمی و کیفی هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis* L.)

محمد نیکبخت^۱، محمود سلوکی^۲، مهدی آران^{۳*}

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲. استاد، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۳. استادیار، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۰۱

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثرات تغذیه برگ‌های عنصر نیتروژن از منابع نانوکود و کود شیمیایی اوره بر ویژگی‌های کمی و کیفی هندوانه ابوجهل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال ۱۳۹۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی نانوکود نیتروژن (۱ و دو در هزار)، کود اوره (۱ و ۲ درصد) و شاهد بود. نتایج نشان داد که تغذیه برگ‌های نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و تعداد میوه در هر بوته و طول شاخه داشت، در صورتی‌که تأثیری بر میانگین وزن، طول و قطر میوه نداشت. بیش‌ترین میزان عملکرد در تیمار نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار (۹۶۱/۰۸ گرم) و کود اوره ۲ درصد (۸۶۴/۶۶ گرم) و بیش‌ترین تعداد میوه در هر بوته (۱۲ عدد) در تیمار نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار به‌دست آمد. بیش‌ترین میانگین وزن صد بذر و پروتئین بذر در اثر تغذیه برگ‌های نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار و کود اوره ۲ درصد حاصل شد. میزان فنل بذر، کربوهیدرات محلول بذر و درصد روغن با اعمال تیمارهای نیتروژن نسبت به شاهد کاهش یافت. محلول‌پاشی نیتروژن موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ شد، در حالی‌که تأثیری بر غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و روی برگ نداشت. با توجه به این‌که در اکثر صفات کمی و کیفی مورد بررسی در این پژوهش کاربرد نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار نسبت به سایر تیمارها نتایج بهتری را نشان داد، می‌توان این تیمار را به‌منظور کاهش هزینه‌های اقتصادی و آلودگی زیست محیطی توصیه نمود.

کلیدواژه‌ها: پروتئین بذر، تعداد میوه، عملکرد، کربوهیدرات محلول، نانوتکنولوژی.

Effects of Foliar Application of Nano-Nitrogen and Urea Fertilizers on Quantity and Quality Properties of Bitter Apple (*Citrullus colocynthis* L.)

Mohamad Nikbakht¹, Mahmoud Solouki², Mehdi Aran^{3*}

1. Former M.Sc. Student, Department of Horticulture and Landscape, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

2. Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Horticulture and Landscape, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

Received: May 16, 2020

Accepted: August 22, 2020

Abstract

In order to study the effects of foliar application of nitrogen with nano-and urea chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of bitter apple, an experiment has been conducted in a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Institute, University of Zabol during 2019. The experimental treatment includes foliar application of nano-N (1000 and 2000 mg/l), urea (1% and 2%), and control. Results show that foliar application of N has had a significant effect on yield and number of fruit per bush, and shoot length, whereas it has had no effect on fruit average weight, fruit length and diameter. The highest yield per bush belongs to nano-N at 2000 mg/l concentration (961.08g) and urea at 2% concentration (864.66g) and, the highest amount of fruit number per bush (12) is found in nano-N at 2000 mg/l concentration. The highest weight of 100 seeds and seed protein are obtained from the foliar application of nano-N at concentration of 2000 mg/l and urea at 2% concentration. Seed phenol content, seed soluble carbohydrates, and oil percentage have been reduced by applying nitrogen treatments to the control. Foliar application of N has increased leaf N concentration, while having no effect on the leaf concentrations of P, K, and Zn. Given that in most measured quantitative and qualitative traits, the application of nano-N fertilizer at 2000 mg/l concentration shows better results than other treatments, this treatment can be recommended to reduce economic and environmental costs.

Keywords: Fruit number, nanotechnology, seed protein, soluble carbohydrate, yield.

۱. مقدمه

هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis* L.) گیاهی دارویی یک‌ساله یا دائمی متعلق به خانواده کدوئیان می‌باشد. این گیاه با نام‌های هندوانه ابوجهل، خربزه روباه، سیب تلخ و کدوی وحشی مشهور می‌باشد. این گیاه به‌طور عمده در مناطق خشک و بیابانی رشد می‌کند، به‌طوری‌که در مناطق جنوب استان کرمان، فارس، سیستان و بلوچستان، هرمزگان، یزد و خراسان به‌صورت وحشی می‌روید (Javadzadeh et al., 2013; Rahimi et al., 2012). هندوانه ابوجهل در سراسر جهان به‌عنوان یک گیاه دارویی ضد‌دیابت شناخته می‌شود (Heydari et al., 2019). اندام‌های مختلف هندوانه ابوجهل دارای خاصیت دارویی می‌باشد، به‌طوری‌که بذرها این گیاه در جهت درمان دیابت، برگ آن برای درمان زردی و آسم و از ریشه آن در درمان التهاب سینه، زردی و درد مفاصل استفاده می‌شود (Al-Ghaithi et al., 2004).

در افزایش میزان عملکرد محصولات کشاورزی در کنار بهره‌گیری از پتانسیل ژنتیکی، استفاده بهینه از کودها حائز اهمیت می‌باشد، به‌طوری‌که تغذیه گیاهی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد (Fageria, 2007). فناوری نانو در بخش کشاورزی (در مراحل تولید، فرآوری محصول، انبارکردن، بسته‌بندی و انتقال محصولات کشاورزی)، دارای پتانسیل کافی در جهت رفع مشکلات موجود می‌باشد. یکی از مهم‌ترین کاربردها نانو‌تکنولوژی در کشاورزی استفاده از نانوکودها می‌باشد (Agrawal & Rathore, 2014). استفاده از نانوکودها از طریق افزایش تعداد ذرات در هر واحد وزنی و افزایش سطح ویژه آن‌ها در نتیجه کاهش اندازه ذرات می‌تواند موجب افزایش تماس کود با گیاه و به‌تبع آن افزایش جذب عناصر غذایی ضروری از کود و افزایش کارایی کود شود. از این‌رو گزارش شده است که استفاده از نانوکودها به‌عنوان یکی از ساده‌ترین و مؤثرترین روش‌ها

در جهت کاهش تلفات عناصر ضروری گیاه، افزایش دسترسی به عناصر و افزایش کارایی کودها می‌باشد (Naderi & Danesh-Shahraki, 2013; Suppan, 2013).

استفاده از نانوکود اوره در مقایسه با کود اوره سنتی مرسوم به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه برنج را افزایش داده و موجب کاهش هدررفت نیتروژن تا حداکثر ۷۴ درصد شده است (Huang et al., 2015). در بررسی تغذیه برگی کود اوره و نانوکود اوره بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گل گاوزبان اروپایی^۱ گزارش شد که محلول‌پاشی نانوکود اوره باعث افزایش تعداد شاخه، سطح برگ، عملکرد اسانس و شاخص کلروفیل نسبت به کود اوره شد (Mahmoodi et al., 2018). با بررسی تأثیر تیمارهای مختلف حاوی نانوکود نیتروژن و اوره در گیاه برنج^۲، بیش‌ترین میزان عملکرد، ارتفاع گیاه، تعداد پنجه‌ها در هر گیاه و وزن خشک گیاه در طی مرحله رسیدن در اثر کاربرد نانوکود نیتروژن به‌دست آمد (Rathnayaka et al., 2018).

انجام پژوهش‌های دقیق و استفاده از فناوری‌های مختلف به‌منظور افزایش کارایی کودها و به‌تبع آن افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ضروری می‌باشد. با توجه به اهمیت دارویی و خاصیت درمانی میوه هندوانه ابوجهل، این پژوهش به‌منظور بررسی و مقایسه اثرات تغذیه برگی عنصر نیتروژن از منابع نانوکودها و کود شیمیایی اوره بر ویژگی‌های کمی و کیفی هندوانه ابوجهل انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۸ در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد.

1. *Borago officinalis* L.
2. *Oryza sativa* L.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

بافت	EC	pH	SAR	T.N.V	کربن آلی	ازت کل	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس
-	(dS/m)	-	-	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
شنی لومی	۲/۷۵	۷/۸۵	۴/۲	۱۵/۱	۰/۲۴	۰/۰۴۲	۱۵/۳	۱۷۰	۰/۹۴	۵/۹۲	۰/۰۹	۰/۱۶

به‌طور یکسان انجام پذیرفت. براساس آزمون خاک، کود اوره (۵۰ کیلوگرم در هکتار)، سوپرفسفات تریپل (۵۰ کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) در زمان کاشت به عنوان کود پایه مورد استفاده قرار گرفتند.

در زمان برداشت محصول، تعداد میوه روی هر بوته، عملکرد هر بوته، میانگین وزن میوه، طول و قطر میوه، طول شاخه و وزن صد بذر اندازه‌گیری شد. درصد روغن بذری و با استفاده از رابطه (۱) اندازه‌گیری شد (Joshi et al., 1998).

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{درصد روغن نمونه} = \frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100$$

a: وزن کاغذ صافی بدون نمونه

b: وزن کاغذ صافی + نمونه حاوی روغن

c: وزن کاغذ صافی + نمونه بدون روغن

به‌منظور اندازه‌گیری پروتئین دانه ابتدا درصد نیتروژن با استفاده از دستگاه کج‌دال (Gerhardt-Germany) تعیین شد و سپس با استفاده از رابطه (۲) میزان پروتئین دانه محاسبه شد. ضریب تبدیل نیتروژن به پروتئین ۶/۲ در نظر گرفته شد (Emami, 1996).

$$\text{رابطه (۲)} \quad \text{درصد پروتئین دانه} =$$

ضریب تبدیل پروتئین × درصد نیتروژن

جهت اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول بذر، ۱۰۰ میلی‌گرم از بذور خشک و آسیاب‌شده توزین شده و با اتانول ۸۰ درصد عصاره‌گیری شد. محلول رویی عصاره پس از سانتریفیوژ شدن (به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه) با اتانول به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانیده شد.

پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل (چاه‌نیمه) در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا قرار دارد.

تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی نانو کود نیتروژن (Nano- N) در دو غلظت (۱ و دو در هزار) و کود شیمیایی اوره (CO(NH₂)₂) در دو غلظت (۱ و ۲ درصد) و شاهد (محلول‌پاشی با آب) بود. محلول‌پاشی در سه مرحله و به‌فواصل دو هفته (اولین مرحله در زمان ۱۰-۸ برگی) اجرا گردید.

در این پژوهش از بذور توده بومی زابل و هم‌چنین نانوکودهای تهیه‌شده از شرکت سپهر پارمیس استفاده گردید. نانوکود نیتروژن مورد استفاده حاوی ۲۰ درصد نیتروژن با قطر ذرات ۸۰-۲۳ نانومتر و میانگین ۵۰ نانومتر بود. اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از انجام آزمایش صورت گرفت (جدول ۱).

جهت اجرای پژوهش، پس از آماده‌سازی زمین، بذور خیس‌انده‌شده (به‌مدت ۴۸ ساعت در آب) روی ردیف‌هایی با فواصل کاشت دو متر و فاصله روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر کاشته شدند و هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف و به طول سه متر بود. در زمان کاشت در داخل هر کپه سه عدد بذر قرار داده شده و هم‌زمان با اولین مرحله وجین عمل تنک‌کردن انجام پذیرفت. آبیاری گیاهان به‌صورت جوی و پشته‌ای بود. لازم به‌ذکر است که عملیات آبیاری، وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات و بیماری‌ها در طول دوره آزمایش برای همه گیاهان

عنصر فسفر با روش اسپکتروفتومتری، اندازه‌گیری عنصر روی با دستگاه جذب اتمی (Shimadzu AA-670-Japan) و اندازه‌گیری پتاسیم با استفاده از فلیم فتمتر (JENWAY PFP7-England) انجام پذیرفت (Cottenie, 1980). آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۳) و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج‌درصد انجام شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. عملکرد هر بوته، تعداد میوه در هر بوته، میانگین وزن میوه، طول و قطر میوه و طول شاخه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تیمارهای محلول‌پاشی نیتروژن بر عملکرد و تعداد میوه در هر بوته در سطح احتمال یک درصد و بر طول شاخه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید، درحالی‌که از لحاظ آماری تأثیری بر شاخص‌های میانگین وزن، طول و قطر میوه نداشت (جدول ۲).

براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، کوددهی نیتروژن تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد و تعداد میوه در هر بوته داشت، با این وجود تنها کاربرد تیمارهای نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار و اوره ۲ درصد از نظر آماری موجب بروز تفاوت معنی‌دار این شاخص‌ها نسبت به تیمار شاهد شدند.

سپس به یک میلی‌لیتر از عصاره حاصله یک میلی‌لیتر فنل ۱۸ درصد و پنج میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ اضافه شد. میزان جذب نمونه (پس از هم‌زدن) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/Vis 6405 Jenway-England) در طول موج ۴۹۰ نانومتر اندازه‌گیری و در نهایت میزان کربوهیدرات محلول با استفاده از منحنی گلوکز تعیین شد (Dubois et al., 1956).

اندازه‌گیری میزان فنل بذر با استفاده از روش فولین-سیوکالتیو انجام پذیرفت و نتایج برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک در گرم وزن خشک بیان شد (Slinkard & Singleton, 1977).

جهت اندازه‌گیری عناصر معدنی فسفر، پتاسیم و روی در برگ، پس از خشک‌کردن نمونه‌ها (به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد)، یک گرم از نمونه پودر شده در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج ساعت قرار داده شد. در مرحله بعد، به منظور انجام عمل هضم، نمونه خاکستر شده با ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک دو نرمال شست‌وشو داده شد و سپس درون بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد و بشر به مدت ۱۰-۵ دقیقه حرارت داده شد تا رنگ محلول تا حدودی تغییر پیدا کند. در ادامه محلول پس از صاف شدن با کاغذ صافی با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانیده و جهت اندازه‌گیری عناصر به کار برده شد (Chapman & Pratt, 1961). غلظت

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر تغذیه برگ‌گی کود اوره و نانوکود نیتروژن بر عملکرد، تعداد، وزن، قطر و طول میوه و طول شاخه

هندوانه ابوجهل

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
طول شاخه	طول میوه	قطر میوه	وزن میوه	تعداد میوه	عملکرد		
۵۳۸/۵۱ ^{ns}	۲۲/۱۵ ^{ns}	۱۰/۸۸ ^{ns}	۳۲/۶۲ ^{ns}	۰/۶۰ ^{ns}	۱۶۱۹/۷۲ ^{ns}	۲	بلوک
۲۹۹۹/۱۱*	۵۵/۷۳ ^{ns}	۱۰۵/۴۴ ^{ns}	۳۹/۰۹ ^{ns}	۹/۷۶**	۵۲۳۷۷/۴۴**	۴	تیمار
۶۵۷/۱۴	۴۳/۹۳	۷۸/۸۹	۳۳/۳	۱/۲۶	۱۵۱۸/۳	۸	اشتباه
۱۲/۰۵	۱۱/۳۱	۱۴/۸۶	۶/۶۶	۱۲/۲	۴/۹۶	-	ضریب تغییرات (/.)

ns, * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

میزان عملکرد محصولات مختلف گزارش شده است. در این راستا، Niyokuri *et al.* (2013) با بررسی تأثیر کاربرد نیتروژن بر ویژگی‌های رشدی کدو^۲ گزارش نمودند که عملکرد این محصول به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نیتروژن قرار گرفته است و کاربرد ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار موجب افزایش ۹۹ درصدی عملکرد شده است. در مطالعه دیگری نیز با بررسی تأثیر کاربرد برگی کود اوره (با غلظت ۱ و ۲ درصد) بر کدو تنبل^۳ بیان شد که کود اوره موجب افزایش عملکرد این گیاه شده است (El-Aal *et al.*, 2010).

کاربرد نیتروژن موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ و به‌تبع آن افزایش فرایند فتوسنتز می‌شود که نقش مهمی در بهبود عملکرد محصول دارد. هم‌چنین ارزیابی تأثیر میزان و زمان کاربرد نیتروژن (۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر روی گیاه کارلا^۴ نشان داد که کاربرد نیتروژن موجب افزایش عملکرد میوه شده است و این افزایش عملکرد را به نمو بهتر میوه در اثر افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاهان نسبت داده شده است که این امر زمینه‌ساز افزایش مقدار کلروفیل، سنتز کربوهیدرات، تجمع بیش‌تر مواد فتوسنتزی و توزیع آن‌ها به درون میوه شده است (Heidari & Mohammad, 2012).

از یک‌سو با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، افزایش عملکرد مشاهده شده به‌دلیل افزایش تعداد میوه در هر بوته بوده است و از سوی دیگر با توجه به نقش نیتروژن در فرایندهای گرده‌افشانی و لقاح، لذا به‌نظر می‌رسد که در اثر محلول‌پاشی نیتروژن کافی در زمان گل‌دهی تأمین شده که این امر موجب تأثیرگذاری بر فرایندهای گرده‌افشانی و لقاح شده که درنهایت از طریق افزایش تشکیل میوه، افزایش عملکرد حاصل شده است.

بیش‌ترین (۹۶۱/۰۸ گرم) و کم‌ترین (۶۲۹/۵۸ گرم) میزان عملکرد در هر بوته به‌ترتیب در تیمار نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار و شاهد مشاهده شد. نتایج حاکی از آن است که نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار منجر به افزایش ۵۲/۶ درصدی عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد، در حالی‌که افزایش عملکرد ناشی از کود اوره با غلظت دو درصد ۳۷/۳۴ درصد بود (جدول ۳). در بین تیمارهای موردبررسی، بیش‌ترین میانگین تعداد میوه در هر بوته (۱۲ عدد) در نتیجه تغذیه برگی نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد منجر به افزایش ۶۳/۶۳ درصدی در تعداد میوه شد (جدول ۳).

محلول‌پاشی با کود اوره ۲ درصد و نانوکود نیتروژن در هر دو غلظت باعث افزایش طول شاخه نسبت به شاهد شد ولی بین تیمارهای مذکور با یکدیگر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

تغذیه برگی کود اوره با غلظت ۴/۶ و ۹/۲ گرم در لیتر نیتروژن و نانوکودهای نیتروژن با غلظت ۰/۲۵ و ۰/۵۰ گرم در لیتر نیتروژن سبب افزایش عملکرد میوه انار^۱ نسبت به شاهد شد، با این وجود از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین نانوکود با غلظت ۰/۵۰ گرم در لیتر نیتروژن و کود اوره در غلظت ۴/۶ گرم در لیتر نیتروژن وجود نداشت. این محققین هم‌چنین بیان نمودند که بیش‌ترین تعداد میوه در هر درخت در نتیجه محلول‌پاشی نانوکود نیتروژن با غلظت ۰/۵۰ گرم در لیتر حاصل شد (Davaranpanah *et al.*, 2017).

Rathnayaka *et al.* (2018) با بررسی و مقایسه تأثیر تیمارهای مختلف حاوی نانوکود نیتروژن و اوره بر میزان عملکرد و خصوصیات رشدی گیاه برنج گزارش نمودند که بیش‌ترین میزان عملکرد و ارتفاع گیاه در اثر کاربرد نانوکود نیتروژن (تیمار ۱۰۰ درصد نانو نیتروژن) به‌دست آمد. در بسیاری از مطالعات نقش مثبت نیتروژن در افزایش

2. *Cucurbita pepo* cv. Diamant
3. *Cucurbita pepo* L.
4. *Momordica charantia*

1. *Punica granatum* cv. Ardestani

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تغذیه برگی کود اوره و نانوکود نیتروژن بر عملکرد، تعداد میوه، وزن میوه، قطر و طول میوه و طول

شاخه هندوانه ابوجهل

تیمار	عملکرد (g)	تعداد میوه	وزن میوه (g)	قطر میوه (mm)	طول میوه (mm)	طول شاخه (cm)
شاهد (محلول پاشی با آب)	۶۲۹/۵۸c	۷/۳۳c	۸۶/۱۳a	۵۶/۷۵a	۵۷/۸۳a	۱۶۱/۹۲b
اوره ۱ درصد	۶۹۴/۱۶bc	۸bc	۸۸/۷۲a	۵۶/۰۰a	۵۵/۷۵a	۲۰۶/۷۵ab
اوره ۲ درصد	۸۶۴/۶۶ab	۹/۶۶b	۸۹/۹۰a	۶۸/۰۰a	۵۹/۹۲a	۲۳۱/۴۲a
نانوکود نیتروژن یک در هزار	۷۷۶/۰۸abc	۹bc	۸۶/۳۳a	۵۴/۰۸a	۵۴/۱۶a	۲۱۹/۳۳a
نانوکود نیتروژن دو در هزار	۹۶۱/۰۸a	۱۲a	۸۰/۴۷a	۶۳/۹۱a	۶۵/۲۵a	۲۴۴/۱۶a

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

بذر تأثیر معنی داری (در سطح احتمال ۵ درصد) داشت (جدول ۴). با افزایش غلظت نیتروژن در هر دو منبع کودی مورد بررسی، وزن صد بذر نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد و بیشترین میانگین وزن صد بذر (۲/۴۷) و (۲/۴۰ گرم) به ترتیب در تیمارهای نانوکود نیتروژن دو در هزار و اوره ۲ درصد به دست آمد (جدول ۵).

نتایج هم‌چنین نشان داد که میزان پروتئین بذر در اثر تغذیه برگی نیتروژن افزایش یافته است. به طوری که بیشترین میزان آن در اثر کاربرد تغذیه برگی نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار و سپس اوره با غلظت ۲ درصد حاصل شد. تغذیه برگی نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار و اوره با غلظت ۲ درصد به ترتیب موجب افزایش ۲۵/۷۸ و ۲۳/۵۵ درصد در میزان پروتئین بذر هندوانه ابوجهل در مقایسه با تیمار شاهد شدند (جدول ۵).

نتایج کاربرد سطوح مختلف کود ازت با غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بر برخی صفات کدوی دارویی نشان داد که در اثر کاربرد نیتروژن وزن هزاردانه کدوی دارویی افزایش یافت (Sure et al., 2013). کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن باعث افزایش وزن صد دانه در کدوی پوست کاغذی نسبت به تیمار شاهد شد (Hamzei & Babai, 2017).

کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) منجر به افزایش تعداد میوه کدوی دارویی شد (Sure et al., 2013). در اثر کوددهی نیتروژن کربوهیدرات کافی در گیاه سنتز شده و از این رو افزایش تعداد میوه در هر بوته احتمالاً از یک طرف به دلیل فراهم شدن کربوهیدرات مورد نیاز برای فرایندهای مختلف مؤثر بر گل‌دهی و تشکیل میوه از قبیل القا و نمو گل و از طرف دیگر به دلیل نقش نیتروژن در افزایش طول عمر تخمک، دوره گرده‌افشانی مؤثر و لقاح باشد (Etehadnejad & Aboutalebi, 2014). همسو با نتایج این پژوهش Hamzei & Babai (2017) گزارش کردند که کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن باعث افزایش طول بوته، تعداد میوه در بوته و عملکرد دانه کدوی پوست کاغذی نسبت به تیمار شاهد شد. نیتروژن به عنوان یک فاکتور اصلی تعیین کننده رشد گیاه، بر رشد رویشی، گلدهی، تشکیل میوه، محصول‌دهی و رسیدگی میوه تأثیرگذار می‌باشد (Malakouti & Tabatabaei, 2005). نیتروژن به طور مثبتی ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. رشد سلولی تحت شرایط کاربرد نیتروژن ممکن است دلیل افزایش ارتفاع گیاه باشد (Bahmanyar & Mashaei, 2010).

۳.۲. وزن صد بذر و پروتئین بذر

تغذیه برگی نیتروژن بر صفات وزن صد بذر و پروتئین

اثرات تغذیه برگی کودهای نانو نیتروژن و اوره بر ویژگی های کمی و کیفی هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis* L).

جدول ۴. تجزیه واریانس اثر تغذیه برگی کود اوره و نانوکود نیتروژن بر وزن صد بذر، پروتئین، فنل، کربوهیدرات و روغن بذر

هندوانه ابوجهل

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن صد بذر	پروتئین بذر	فنل بذر	کربوهیدرات بذر	روغن بذر
بلوک	۲	۰/۰۳۸ns	۶/۰۲*	۰/۰۴ns	۰/۰۴ns	۲/۸۲ns
تیمار	۴	۰/۰۶۷*	۶/۲۹*	۰/۲۲*	۱/۱۳*	۱۶/۱۰*
اشتباه	۸	۰/۰۱۴	۱/۱۱	۰/۰۱۶	۰/۲۲	۳/۹۵
ضریب تغییرات (%)	-	۵/۱۹	۷/۹۶	۱۰/۹۱	۹/۳۵	۶/۸۷

ns و *: به ترتیب نبود اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر تغذیه برگی کود اوره و نانوکود نیتروژن بر وزن صد بذر، پروتئین، درصد نیتروژن، فنل، کربوهیدرات

و روغن بذر هندوانه ابوجهل

تیمار	وزن صد بذر (g)	پروتئین بذر (%)	فنل بذر (mg galic acid g ⁻¹ DW)	کربوهیدرات بذر (mg g ⁻¹ FW)	روغن بذر (%)
شاهد (محلول پاشی با آب)	۲/۱۰c	۱۱/۷۶b	۱/۴۹a	۵/۵۸a	۳۲/۵۲a
اوره ۱ درصد	۲/۲۳bc	۱۱/۷۸b	۰/۹۹cd	۵/۴۹a	۲۹/۱۹ab
اوره ۲ درصد	۲/۴۰ab	۱۴/۵۳a	۱/۱۲bc	۴/۳۹b	۲۵/۵۴b
نانوکود نیتروژن یک در هزار	۲/۲۰bc	۱۳/۳۱ab	۱/۳۵ab	۵/۳۱a	۳۰/۴۱a
نانوکود نیتروژن دو در هزار	۲/۴۷a	۱۴/۸۰a	۰/۸۲d	۴/۳۲b	۲۷/۹۴ab

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

نیتروژن باعث افزایش تجمع پروتئین بذر کنجد^۱ (Elhanafi et al., 2019) و پروتئین بذور آفتابگردان (Li et al., 2017) شد. هم چنین Rathke et al. (2005) گزارش کردند که افزایش سطح نیتروژن منجر به از دست رفتن سنتز اسیدهای چرب و تشدید سنتز پروتئین ها می شود.

نیتروژن جذب شده توسط گیاه ابتدا به اسید آمینه احیاء شده و سپس با تبدیل شدن به پروتئین نقش خود در گیاه را انجام می دهد (Ehsanipour et al., 2012). در واقع پس از واکنش های بسیاری که نیازمند انرژی هستند، نیتروژن آسمیله شده و به اسیدهای آمینه سازنده

هم چنین تأثیر کاربرد نیتروژن به فرم نترات آمونیوم (به مقدار ۹۵ و ۱۴۳ کیلوگرم در هکتار) بر ویژگی های مختلف گیاه کتان مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که با افزایش سطح نیتروژن کاربردی، وزن صد بذر افزایش یافت.

افزایش مشاهده شده در وزن صد بذر در اثر کاربرد کود نیتروژن می تواند ناشی از افزایش فعالیت فتوسنتزی باشد که موجب تجمع متابولیت ها و به طور مستقیم افزایش وزن بذر می شود (Sawana et al., 2007).

مشابه با نتایج به دست آمده در این پژوهش کاربرد

1. *Sesamum indicum* L.

درصد و نانوکود نیتروژن دو در هزار منجر به کاهش معنی‌دار این شاخص نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۵). نتایج هم‌چنین نشان داد که تغذیه برگی نیتروژن تأثیر منفی بر درصد روغن بذری داشت. هرچند بیش‌ترین درصد روغن بذری در تیمار شاهد به‌دست آمد و درصد روغن بذری در گیاهان تحت تیمارهای نیتروژن کم‌تر از تیمار شاهد بود، با این وجود تنها در اثر کاربرد غلظت ۲ درصد کود اوره کاهش معنی‌دار این شاخص نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵).

گیاهان عالی، تعداد زیادی از ترکیبات پلی‌فنلی را در خود تجمع می‌دهند، که اعتقاد بر این است این ترکیبات به‌عنوان ترکیبات دفاعی در برابر محدودیت‌های مختلف محیطی (تنش‌های محیطی) عمل می‌کنند. نتایج پژوهش انجام‌شده با هدف بررسی اثر فرم‌های مختلف نیتروژن (نیترات، آمونیوم و آمونیوم نیترات) بر رشد و تجمع مواد شیمیایی نوری (فیتوکمیکال‌ها) در دو گونه آمارانتوس نشان داد که کاربرد نیترات و نیترات آمونیوم موجب کاهش مواد فنلی و فلاونوئید کل در هر دو رقم آمارانتوس شده است (Munene et al., 2017).

نتایج بررسی تأثیر نیتروژن با استفاده از محلول غذایی حاوی دو سطح نیتروژن (۱۰ و ۲۵ میلی‌مولار) بر کل مواد فنلی در گیاه خردل^۱ حاکی از آن بود که با افزایش میزان نیتروژن غلظت فنل کل به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد (Li et al., 2008). هم‌چنین کاربرد سطوح بالای نیتروژن موجب کاهش محتوی فنل کل در بذری کنجد شده است (Elhanafi et al., 2019). مسیرهای تعادل کربن نیتروژن (CNB) هنگام مطالعه اثر کوددهی نیتروژن بر مواد فنلی باید مورد توجه قرار گیرند (Nguyen & Niemeier, 2008). رشد گیاه به‌شدت وابسته به سنتز پروتئین برای ساختن آنزیم‌های فتوسنتزی، تنظیمی و بیوسنتزی می‌باشد

پروتئین‌ها تبدیل می‌شود (Rains & Bledsoe, 2007). نیتروژن سنتز اسیدهای آمینه در برگ‌ها را افزایش می‌دهد و این امر موجب برانگیخته‌شدن تجمع پروتئین‌ها در بذری می‌شود (Stitt, 1999). هم‌چنین بیان شده که نیتروژن گیاه در وهله اول در جهت رشد رویشی و تشکیل بذری مصرف می‌شود و مقدار نیتروژن باقی‌مانده به‌صورت پروتئین در بذری ذخیره می‌شود. لذا در سطوح بالای نیتروژن، ذخیره پروتئین افزایش می‌یابد (Roy & Singh, 2006).

همسو با نتایج این پژوهش Elhanafi et al. (2019) با بررسی کاربرد حاکی سطوح مختلف نیتروژن به فرم اوره (صفر، ۲۶، ۵۲، ۷۸ و ۱۰۴ میلی‌گرم نیتروژن) بر گیاهان کنجد بیان نمودند که با افزایش یافتن سطح نیتروژن کاربردی غلظت نیتروژن کل در بذرها افزایش یافته است. از آنجایی که میوه به‌عنوان یک سینک قوی عمل می‌کند، لذا افزایش غلظت نیتروژن در بذری پس از انجام محلول‌پاشی با کودهای نیتروژن توجیه‌پذیر می‌باشد.

۳.۳. فنل بذری، کربوهیدرات محلول و روغن بذری

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که میزان فنل بذری، کربوهیدرات محلول و روغن بذری به‌طور معنی‌داری (در سطح احتمال ۵ درصد) تحت تأثیر کاربرد تغذیه برگی نیتروژن قرار گرفت (جدول ۴). براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، محلول‌پاشی نیتروژن تأثیر منفی بر میزان فنل بذری داشت، به‌طوری‌که هر دو غلظت اوره (۱ و ۲ درصد) و غلظت دو در هزار نانو نیتروژن موجب کاهش معنی‌دار فنل بذری نسبت به تیمار شاهد گردید. به‌عبارت دیگر بیش‌ترین میزان فنل بذری در تیمار شاهد و کم‌ترین میزان این شاخص در تیمار نانونیتروژن با غلظت دو در هزار اندازه‌گیری شد (جدول ۵).

میزان کربوهیدرات محلول بذری نیز در اثر کاربرد نیتروژن روند کاهشی را نشان داد و تیمارهای اوره ۲

1. *Brassica juncea* Coss

نیتروژن) بر گیاهان کنجد را مورد بررسی قرار داده و اظهار نمودند که کاربرد ۷۸ و ۱۰۴ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک موجب کاهش قابل‌توجه قندهای محلول کل در بذر کنجد شده است.

در این پژوهش مشخص شد که با افزایش سطوح نیتروژن میزان کربوهیدرات محلول بذر هندوانه ابوجهل کاهش می‌یابد. *Zohraabi et al.* (2018) نیز با کاربرد کود اوره و نترات کلسیم (هر کدام در غلظت‌های صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و آمینو اسید (صفر، ۱، ۲ و ۴ گرم در لیتر) بر برخی صفات فیزیولوژیکی شنبليله^۳ بیان کردند که با افزایش غلظت نیتروژن در هر سه منبع کودی استفاده‌شده میزان کربوهیدرات برگ کاهش یافت، که این کاهش میزان کربوهیدرات برگ در نتیجه افزایش نیتروژن را به ارتباط معکوس کربوهیدرات با میزان نیتروژن گیاه نسبت دادند. به‌طوری‌که مشخص شده است که رابطه‌ای منفی بین سطوح بالای نیتروژن و تجمع کربوهیدرات‌ها در بذور وجود دارد (*Hirano et al.*, 2011; *Pan et al.*, 2005). از سوی دیگر علت احتمالی کاهش تجمع کربوهیدرات می‌تواند به این دلیل باشد که قندها در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی به‌منظور تولید انرژی درگیر می‌باشد (*Elhanafi et al.*, 2019).

مشابه با نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، افزایش سطوح نیتروژن موجب کاهش محتوی روغن بذور آفتابگردان (*Li et al.*, 2017) و کتان (*Sawana et al.*, 2007) شده است. همچنین نتایج بررسی کاربرد خاکی سطوح مختلف نیتروژن به فرم اوره (صفر، ۲۶، ۵۲ و ۷۸ و ۱۰۴ میلی‌گرم نیتروژن) بر گیاهان کنجد بیانگر کاهش قابل‌توجه روغن بذر کنجد در اثر سطوح بالای نیتروژن کاربردی (۷۸ و ۱۰۴ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک) بوده است (*Elhanafi et al.*, 2019).

و همچنین برای پروتئین‌های ساختاری و سنتز مواد فنلی با رشد گیاه بر سر سوبستراهای معمول رقابت وجود دارد (*Heimler et al.*, 2017). لذا وقتی شرایط رشد رویشی مطلوب باشد، تخصیص منابع بیش‌تر در جهت رشد رویشی بوده و منابع کم‌تری به متابولیسم ثانویه و ذخیره‌ای اختصاص می‌یابد، که این امر موجب کاهش نسبی کربن برای حمایت از متابولیسم ثانویه و اصلاح ساختاری است. براساس تئوری CNB، رابطه منفی بین غلظت متابولیت‌های ثانویه مبتنی بر کربن (یعنی ترپین‌ها، مواد فنلی و غیره) و موجود بودن نیتروژن وجود دارد (*Heimler et al.*, 2017). علی‌رغم این، پیش‌بینی می‌شود که غلظت متابولیت‌های ثانویه مبتنی بر نیتروژن (مانند آلکالوئیدها، اسیدهای آمینه غیرپروتئینی، ترکیبات سینوژنیک و سایر ترکیباتی که دارای نیتروژن به‌عنوان بخشی از ساختار خود هستند)، به‌طور مستقیم با موجود بودن نیتروژن در ارتباط باشد (*Heimler et al.*, 2017). به‌طوری‌که در بیشتر مواقع کوددهی نیتروژن سبب کاهش در میزان پلی‌فنل‌ها می‌شود (*Stefanelli et al.*, 2010).

بررسی چگونگی تأثیر نیتروژن بر کربوهیدرات‌ها و عملکرد دانه روغنی کتان^۱ نشان داد که کاربرد نیتروژن قبل از باز شدن گل کتان، غلظت و محتوای قندهای محلول برگ‌ها را کاهش و غلظت نشاسته و قندهای محلول ساقه را افزایش داده است (*Yan et al.*, 2018). همسو با نتایج این پژوهش، *Asma et al.* (2007) گزارش کردند که کوددهی نیتروژن میزان قندهای محلول کل زردآلو^۲ را کاهش داده است. در مطالعه دیگری نیز *Elhanafi et al.* (2019) کاربرد خاکی سطوح مختلف نیتروژن به فرم اوره (صفر، ۲۶، ۵۲ و ۷۸ و ۱۰۴ میلی‌گرم

1. *Linum usitatissimum* L.

2. *Prunus armeniaca* cv. Hacihaliloglu

3. *Trigonella foenum-graecum* L.

نداشت (جدول ۶). در اثر محلول‌پاشی نیتروژن غلظت نیتروژن برگ روند افزایشی نشان داد با این وجود تنها تغذیه برگی نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار و کود اوره با غلظت ۲ درصد موجب افزایش معنی‌دار نیتروژن برگ نسبت به شاهد گردید و افزایش مشاهده‌شده در دو تیمار دیگر از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۷).

در مطالعات مختلف افزایش غلظت نیتروژن برگ و میوه در اثر کاربرد خاکی و برگی نیتروژن در گونه‌های مختلف گزارش شده است. Davarpanah *et al.* (2017) گزارش کردند که محلول‌پاشی کود اوره در غلظت‌های ۴/۶ و ۹/۲ گرم در لیتر نیتروژن و نانوکود نیتروژن در غلظت ۰/۵ گرم در لیتر نیتروژن باعث افزایش میزان نیتروژن برگ شد، ولی روی میزان سایر عناصر تأثیر معنی‌داری نداشت. El-Aal *et al.* (2010) تأثیر کاربرد برگی کود اوره (با غلظت ۱ و ۲ درصد) بر کدو تنبل را مورد مطالعه قرار دادند و بیان کردند که اوره موجب افزایش درصد نیتروژن میوه گردید، درحالی‌که درصد عناصر پتاسیم، فسفر و روی تحت تأثیر تیمار اوره قرار نگرفت. بررسی تأثیر میزان و زمان کاربرد نیتروژن در سه زمان روی گیاه کارلا نشان داد که با افزایش یافتن میزان نیتروژن مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی در میوه‌ها افزایش یافت (Heidari & Mohammad, 2012).

سنتز چربی نیازمند هر دو عامل نیتروژن و اسکلت کربنی در طی دوره نمو بذر می‌باشد (Pattl *et al.*, 1996). برخی منابع گزارش کرده‌اند که غلظت روغن دانه با عملکرد در ارتباط است و دلیل این امر را تحت‌تأثیر قرارگرفتن میزان تابش نوری جذب‌شده در اثر موجودی بالای نیتروژن سطح برگ و به‌تبع آن افزایش غلظت روغن بذر ذکر کردند (Aguirrezabal *et al.*, 2015). علی‌رغم این، زیادی نیتروژن می‌تواند غلظت روغن بذر را به‌طور عمده به‌دلیل افزایش غلظت پروتئین بدون هیچ‌گونه افزایش در بیوماس کاهش دهد (Steer *et al.*, 1984). مطالعات دیگر نیز اثبات می‌کنند که درصد روغن می‌تواند در پاسخ به افزودن نیتروژن بدون تغییر باقی بماند و یا کاهش یابد (Zheljazkov *et al.*, 2008). از این‌رو، کاهش درصد روغن در این پژوهش، ممکن است پیامد منحرف‌شدن منابع و انرژی بیش‌تر به سمت تولید پروتئین به‌جای تولید روغن باشد (Solis *et al.*, 2013).

۳. ۴. غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که غلظت نیتروژن برگ در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر محلول‌پاشی نیتروژن قرار گرفت، در حالی‌که محلول‌پاشی نیتروژن تأثیری بر غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و روی برگ

جدول ۶. تجزیه واریانس اثر تغذیه برگی کود اوره و نانوکود نیتروژن بر غلظت عناصر در برگ هندوانه ابوجهل

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
روی	پتاسیم	فسفر	نیتروژن		
۰/۶۰ns	۶/۳۹ns	۰/۰۲ns	۰/۰۰۰۶ns	۲	بلوک
۱/۸۳ns	۱۳/۵۹ns	۰/۰۸ns	۰/۰۰۲*	۴	تیمار
۲/۶۹	۱۲/۴۱	۰/۰۳	۰/۰۰۰۵	۸	اشتباه
۱۰/۳۱	۸/۹۳	۸/۰۹	۹/۸۲	-	ضریب تغییرات (%)

ns و * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر تغذیه برگ‌های کود اوره و نانوکود نیتروژن بر غلظت عناصر در برگ هندوانه ابوجهل

تیمار	نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	روی (ppm)
شاهد (محلول‌پاشی با آب)	۰/۱۹۶c	۲/۲۵a	۳۶/۶۵a	۱۵/۰۱a
اوره ۱ درصد	۰/۲۲۵abc	۲/۳۳a	۴۰/۸۰a	۱۶/۶۸a
اوره ۲ درصد	۰/۲۵۱ab	۱/۹۸a	۴۱/۱۷a	۱۶/۰۲a
نانوکود نیتروژن یک در هزار	۰/۲۰۹bc	۱/۹۵a	۳۷/۶۰a	۱۵/۱۸a
نانوکود نیتروژن دو در هزار	۰/۲۵۷a	۲/۱۷a	۴۰/۹۰a	۱۶/۶۱a

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

۴. نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که تغذیه برگ‌های نیتروژن بر عملکرد و تعداد میوه در هر بوته هندوانه ابوجهل تأثیرگذار بود. تغذیه برگ‌های نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار و کود اوره ۲ درصد، بیش‌ترین میزان عملکرد و تیمار نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار بیش‌ترین میزان تعداد میوه در هر بوته را داشتند. هم‌چنین ویژگی‌های پروتئین بذر، فنل بذر، کربوهیدرات محلول بذر و درصد روغن بذر تحت تأثیر محلول‌پاشی نیتروژن قرار گرفت. بیش‌ترین میانگین وزن صلب‌بذر و پروتئین بذر در اثر تغذیه برگ‌های نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار و کود اوره ۲ درصد حاصل شد. با توجه به این‌که در اکثر صفات کمی و کیفی موردبررسی در این پژوهش کاربرد نانوکود نیتروژن با غلظت دو در هزار (با وجود غلظت کم‌تر نسبت به تیمارهای کود اوره) نسبت به سایر تیمارها نتایج بهتری را نشان داد، می‌توان این تیمار را به‌منظور کاهش هزینه‌های اقتصادی و آلودگی زیست‌محیطی توصیه نمود. با توجه به نتایج این پژوهش به‌نظر می‌رسد که در مطالعات آینده می‌توان با بررسی غلظت‌های مختلف عناصر در فرم نانو و کاربرد آن‌ها در مراحل مختلف رشد گیاه ضمن کاهش میزان مصرف کود به نتایج مطلوبی دست یافت.

بررسی درصد و میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه دارویی ختمی^۱ در واکنش به مصرف ورمی‌کمپوست و کود اوره نشان داد که کاربرد کود اوره نقش مؤثری در افزایش درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بذر، برگ و ریشه ختمی داشت (Sadeghi et al., 2017). کوددهی نیتروژن روی میزان عنصر روی در برگ درختان خرما تأثیری نگذاشت، درحالی‌که نیتروژن برگ را افزایش داده است (Tohiruddin et al., 2010). هم‌چنین گزارش شده است که علاوه بر فاکتور میزان نیتروژن مصرفی، نوع نیتروژن عرضه‌شده نیز می‌تواند میزان نیتروژن برگ را تحت تأثیر قرار دهد (Sandoval-Villa et al., 2000). نتایج بررسی تأثیر نوع و دفعات کاربرد کودهای نیتروژنه بر عملکرد و درصد نیتروژن دانه دو رقم ذرت حاکی از آن بود که با افزایش میزان مصرف کود اوره درصد نیتروژن برگ ذرت افزایش یافت، درحالی‌که افزایش کود نیترات آمونیوم تأثیر معنی‌داری بر درصد نیتروژن برگ نداشت. این پژوهش‌گران ماهیت تیمارهای کودی را دلیل اصلی این نتیجه ذکر نمودند. از آنجایی‌که بخش عمده کود اوره، نیتروژن آمونیومی می‌باشد و جذب و انتقال نیتروژن آمونیومی با سهولت بیش‌تری در گیاهان انجام می‌شود این امر موجب افزایش درصد نیتروژن برگ در نتیجه مصرف کود اوره می‌باشد (Rostami & Ahmadi, 2014).

1. *Altheae officinalis L.*

DOI: 10.21273/HORTSCI11248-16.

- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.T., & Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28, 350-356.
- Ehsanipour, A., Zeinali, H., & Razmjoo, K. (2012). Effect of Nitrogen Levels on Qualitative Traits and Seed Yield of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Populations. *Journal of Medicinal Plants*, 2(42), 37-47. (in Persian)
- El-Aal, F.S.A., Shaheen, A.M., Ahmed, A.A., & Mahmoud, A.R. (2010). Effect of foliar application of urea and amino acids mixtures as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(5), 583-588.
- Elhanafi, L., Houhou, M., Rais, C., Mansouri, I., Elghadraoui, L., & Greche, H. (2019). Impact of Excessive Nitrogen Fertilization on the Biochemical Quality, Phenolic Compounds, and Antioxidant Power of *Sesamum indicum* L. Seeds. *Journal of Food Quality*, 1-6. DOI: 10.1155/2019/9428092.
- Emami, A. (1996). *Analytical methods for the plant, Technical Publication, the Education Research and Agricultural Extension*. Soil and Water Research Institute, 546p. (in Persian)
- Etehadnejad, F., & Aboutalebi, A. (2014). Evaluating the effects of foliar application of nitrogen and zinc on yield increasing and quality improvement of apple cv. Golab kohanz. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Science*, 4 (2), 125-129.
- Fageria, N.K. (2007). Soil fertility and plant nutrition research under field conditions: basic principles and methodology. *Journal of Plant Nutrition*, 30, 203-223. <https://doi.org/10.1080/01904160601117887>.
- Heidari, M., & Mohammad, M.M. (2012). Effect of rate and time of nitrogen application on fruit yield and accumulation of nutrient elements in *Momordica charantia*. *Journal of the Saudi society of Agricultural Sciences*, 11(2), 129-133. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2012.02.003>.
- Heimler, D., Romani, A., & Ieri, F. (2017). Plant polyphenol content, soil fertilization and agricultural management: a review. *European Food Research and Technology*, 243(7), 1107-1115. <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2826-6>.
- Heydari, M., Hashempur, M.H., Daneshfard, B., & Mosavat, S.H. (2019). Bioactive Foods as Dietary Intervention for Diabetes from the Perspective of Persian Medicine, Editor(s): Watson, R.R. and Preedy, V.R. *Bioactive Food as Dietary Interventions for Diabetes* (Second Edition), Academic Press, 49-68Pp.

۵. تشکر و قدردانی

نویسندگان از دانشگاه زابل بخاطر تأمین هزینه‌های این پژوهش (با شماره پژوهانه UOZ-GR-9618-107 و UOZ-GR-9718-8) تشکر و قدردانی می‌کنند.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Agrawal, S., & Rathore, P. (2014). Nanotechnology pros and cons to agriculture: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 3, 43-55. DOI: 10.13140/2.1.3352.1283.
- Aguirrezábal, L., Martre, P., Pereyra-Irujo, G., Echarte, M.M., & Izquierdo, N. (2015). Improving grain quality: ecophysiological and modeling tools to develop management and breeding strategies. In *Crop physiology* (pp. 423-465). Academic Press.
- Al-Ghathithi, F., El-Ridi, M.R., Adeghate, E., & Amiri, M.H. (2004). Biochemical effects of *Citrullus colocynthis* in normal and diabetic rats. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 261(1), 143-149. DOI: 10.1023/B:MCBI.0000028749.63101.cc.
- Asma, B.M., Colak, S., Akca, Y., & Genc, C. (2007). Effect of fertilizer rate on the growth, yield and fruit characteristics of dried apricot (cv. Hacıhaliloglu). *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(2), 294-297. DOI: 10.3923/ajps.2007.294.297.
- Bahmanyar, M.A., & Mashae, S.S. (2010). Influences of nitrogen and potassium top dressing on yield and yield components as well as their accumulation in rice (*Oryza sativa*). *African Journal of biotechnology*, 9(18), 2648-2653.
- Chapman, H.D., & Pratt, P.F. (1961). *Methods of Analysis for Soils, Plants and Water*. University of California, Berkeley, CA, U.S.A.
- Cottenie, A. (1980). Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendations. *FAO Soils Bull*, 38, 70-73.
- Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G., Aran, M., Abadía, J., & Khorassani, R. (2017). Effects of Foliar Nano-nitrogen and Urea Fertilizers on the Physical and Chemical Properties of Pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) Fruits. *HortScience*, 52, 288-294.

- Hirano, T., Saito, Y., Ushimaru, H., & Michiyama, H. (2005). The effect of the amount of nitrogen fertilizer on starch metabolism in leaf sheath of japonica and indica rice varieties during the heading period. *Plant production science*, 8(2), 122-130. <https://doi.org/10.1626/pp.s.8.122>.
- Huang, S., Wang, L., Liu, L., Hou, Y., & Li, L. (2015). Nanotechnology in agriculture, livestock and aquaculture in China. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 369-400. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0274-x>.
- Javadzadeh, H.R., Davoudi, A., Davoudi, F., Valizadegan, G., Goodarzi, H., Mahmoodi, S., Ghane, M.R., & Faraji, M. (2013). *Citrullus colocynthis* as the Cause of Acute Rectorrhagia. *Case Reports in Emergency Medicine*, 1-5. <https://doi.org/10.1155/2013/652192>.
- Joshi, N.L., Mali, P.C., & Saxena, A. (1998). Effect of nitrogen and sulphur application on yield and fatty acid composition of mustard (*Brassica juncea* L.) oil. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 180, 59-63.
- Hamzei, J., & Babaei, M. (2017). Response of morphological traits, yield and yield components of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) to the integrated management of irrigation intervals and nitrogen fertilizers. *Journal of crop production*, 9(4), 17-35. (in Persian)
- Li, J., Zhu, Z., & Gerendás, J. (2008). Effects of nitrogen and sulfur on total phenolics and antioxidant activity in two genotypes of leaf mustard. *Journal of Plant Nutrition*, 31(9), 1642-1655. <https://doi.org/10.1080/01904160802244860>.
- Li, W.P., Shi, H.B., Zhu, K., Zheng, Q., & Xu, Z. (2017). The quality of sunflower seed oil changes in response to nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal*, 109, 2499-2507. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.01.0046>.
- Malakouti, M.J., & Tabatabaei, S.J. (2005). *Balanced fertilization of fruit trees in the calcareous soils of Iran*. Sana press. 304P. (in Persian)
- Mahmoodi, P., Yarina, M., Rashidi, V., Amirmia, R., & Tarinejad, A. (2018). Effects of nano and chemical fertilizers on physiological efficiency and essential oil yield of *Borago officinalis* L. *Applied ecology and environmental research*, 16(4), 4773-4788. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aecr/1604_47734788.
- Munene, R., Changamu, E., Korir, N., & Joseph, G.O. (2017). Effects of different nitrogen forms on growth, phenolics, flavonoids and antioxidant activity in amaranth species. *Tropical Plant Research*, 4(1), 81-89. DOI: 10.22271/tpr.2017.v4.i1.012.
- Naderi, M.R., & Danesh-Shahraki, A. (2013). Nanofertilizers and their roles in sustainable agriculture. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5, 2229-2232.
- Nguyen, P.M., & Niemeier, E.D. (2008). Effects of nitrogen fertilization on the phenolic composition and antioxidant properties of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(18), 8685-8691. Doi: 10.1021/jf801485u.
- Niyokuri, O.K.A.N., Rono, J.J., Fashaho, A., & Ogwen, J.O. (2013). Effect of different rates of nitrogen fertilizer on the growth and yield of Zucchini (*Cucurbita pepo* cv. Diamant L.) hybrid F1 in Rwandan high altitude zone. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(1), 54-62.
- Pan, J., Cui, K., Wei, D., Huang, J., Xiang, J., & Nie, L. (2011). Relationships of non-structural carbohydrates accumulation and translocation with yield formation in rice recombinant inbred lines under two nitrogen levels. *Physiologia Plantarum*, 141(4), 321-331. Doi: 10.1111/j.1399-3054.2010.01441.x.
- Pattl, B.R., Lakkineni, K.C., & Bhargava, S.C. (1996). Seed Yield and Yield Contributing Characters as Influenced by N Supply in Rapeseed-mustard. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 177(3), 197-205.
- Rahimi, R., Amin, G., & Ardekani, M.R.S. (2012). A review on *Citrullus colocynthis* Schrad: from traditional Iranian medicine to modern phytotherapy. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 18(6), 551-554. Doi: 10.1089/acm.2011.0297.
- Rains, K.C., & Bledsoe, C.S. (2007). Rapid uptake of ¹⁵N-ammonium and glycine-¹³C, ¹⁵N by arbuscular and ericoid mycorrhizal plants native to a Northern California coastal pygmy forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(5), 1078-1086. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.11.019>.
- Rathke, G.W., Christen, O., & Diepenbrock, W. (2005). Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field crops research*, 94(2-3), 103-113. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.11.010>.
- Rathnayaka, R. M. N. N., Iqbal, Y. B., & Rifnas, L. M. (2018). Influence of Urea and Nano-Nitrogen Fertilizers on the Growth and Yield of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivar 'Bg 250'. *International Journal of Research Publications*,

- 5(2), 1-7. DOI: 10.13140/RG.2.2.14315.59684.
- Rostami, M., & Ahmadi, A.R. (2014). Investigation the effect of nitrogen forms and split fertilization on grain yield and nitrogen content of two corn hybrids. *Applied field crop research*, 27(104), 40-46. (in Persian)
- Roy, D.K., & Singh, B.P. (2006). Effect of level and time of nitrogen application with and without vermicompost on yield, yield attributes and quality of malt barley (*Hordeum vulgare*). *Indian Journal of Agronomy*, 51, 40-42.
- Sadeghi, A., Hajmohammadnia, K., & Seiedi, S.M. (2017). The Effects of Vermicompost and Urea Fertilizers on Nitrogen, Phosphorus and Potassium Uptake in Marshmallow (*Althea officinalis* L.) Organs. *Plant ecophysiology*, 9(28), 123-132. (in Persian)
- Sandoval-Villa, M., Guertal, E.A., & Wood, C.W. (2000). Tomato leaf chlorophyll meter readings as affected by variety, nitrogen form, and nighttime nutrient solution strength. *Journal of Plant Nutrition*, 23(5), 649-661. <https://doi.org/10.1080/01904160009382047>.
- Sawana, Z.M., Hafez, S.A., & Alkassas, A.R. (2007). Nitrogen, potassium and plant growth retardant effects on oil content and quality of cottonseed. *Grasas Y Aceites*, 58(3), 243-251. DOI: 10.3989/gya.2007.v58.i3.179.
- Slinkard, K., & Singleton, V.L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49-55.
- Solis, A., Vidal, I., Paulino, L., Johnson, B.L., & Berti, M.T. (2013). Camelina seed yield response to nitrogen, sulfur, and phosphorus fertilizer in South Central Chile. *Industrial Crops and Products*, 44, 132-138. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.11.005>.
- Steer, B.T., Hocking, P.J., Kortt, A.A., & Roxburgh, C.M. (1984). Nitrogen nutrition of sunflower (*Helianthus annuus* L.): yield components, the timing of their establishment and seed characteristics in response to nitrogen supply. *Field Crops Research*, 9, 219-236.
- Stefanelli, D., Goodwin, I., & Jones, R. (2010). Minimal nitrogen and water use in horticulture: Effects on quality and content of selected nutrients. *Food Research International*, 43(7), 1833-1843. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.04.022>.
- Stitt, M. (1999). Nitrate regulation of metabolism and growth. *Current Opinion in Plant Biology*, 2(3), 178-186.
- Suppan, S. (2013). Nanomaterials in soil, our future food chain? Institute of Agriculture and Trade Policy.
- Sure, Sh., Aruiy, H., & Alirezaie, M. (2013). Effect of different nitrogen level on some vegetative and generative characteristics of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of plant environmental physiology*, 7(28), 1-7. (in Persian)
- Tohiruddin, L., Tandiono, J., Silalahi, A.J., Prabowo, N.E., & Foster, H.L. (2010). Effects of N, P and K fertilizers on leaf trace element levels of oil palm in Sumatra. *Journal of oil palm research*, 22, 869-877.
- Yan, B., Wu, B., Gao, Y., Wu, J., Niu, J., Xie, Y., Cui, Z., & Zhang, Z. (2018). Effects of nitrogen and phosphorus on the regulation of nonstructural carbohydrate accumulation, translocation and the yield formation of oilseed flax. *Field crops research*, 219, 229-241. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.01.032>.
- Zheljazkov, V.D., Vick, B.A., Ebelhar, M.W., Buehring, N., Baldwin, B.S., Astatkie, T., & Miller, J.F. (2008). Yield, oil content, and composition of sunflower grown at multiple locations in Mississippi. *Agronomy Journal*, 100(3), 635-642. DOI: 10.2134/agronj2007.0253.
- Zohraabi, E., Saidi, M., & Tahmasebi, Z. (2018). Effects of Different Sources and quantities of Nitrogen Fertilizers on Physiological Parameters of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of plant process and function*, 7 (23), 361-370. (in Persian)