تأثیر شکل نیتروژن و بازدارنده نیترات سازی ۳و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر میزان کلروفیل برگ و عملکرد کاهو

عاطفه بیگی هرچگانی و شهرام کیانی
به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد

چکیده
برای بررسی اثرات شکل‌های مختلف نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ و عملکرد کاهو، آزمایشی با نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات با و بدون بازدارنده نیترات سازی DMPPدر قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بر روی دو رقم کاهو ترساو کالیفرنیادر شرایط هیدروپونیک در دانشگاه شهرکرد انجام گرفت. نتایج نشان داد در رقم ترسا، بالاترین وزن تر بوته با کاربرد نسبت آمونیوم به نیترات ۱۰۰:۰ حاصل شد، در حالی که در رقم کالیفرنیا، کاربرد آمونیوم به میزان ۱۵ درصد نیتروژن مصرفی، بیشترین وزن تر را ایجاد کرد. در هر دو رقم کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPPدر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات تأثیری بر وزن تر بوته نداشت.

واژه‌های کلیدی: شکل نیتروژن، بازدارنده نیترات سازی DMPP، کاهو.

مقدمه
نیتروژن از جمله عناصر ضروری مورد نیاز گیاه بوده که در سطح گسترده‌ای از طبیعت پراکنده شده است. این عنصر در ساختمان بسیاری از ترکیبات ضروری گیاهی از قبیل اسیدهای نوکلئیک، پروتئینها، آنزیمها، چربیها، کلروفیل، هورمونهای گیاهی، ویتامینها و ترکیبات آلکالوئیدی نقش دارد. نیترات و آمونیوم دو شکل اصلی جذب نیتروژن توسط گیاهان هستند. نیتروژن به طور عمده به صورت نیترات و در شرایط احیایی نیز مقداری به شکل آمونیوم جذب گیاه می‌شود. گیاهان نیترات را برخلاف شیب غلظت جذب کرده و بنابراین جذب نیترات محتاج انرژی بوده و بایستی فعالانه صورت گیرد. در حالی که جذب آمونیوم به صورت غیرفعال بوده و نیاز به انرژی ندارد (مارشنر، ۱۹۹۵). کاهو (*Lactuca sativa L.*) از جمله محصولاتی است که پرورش آن به روش هیدروپونیک در بسیاری از گلخانه‌های تجاری دنیا انجام می‌شود. کاهوگیاهی از خانواده *Asteraceaecompositae* است که یکساله و روز بلند بوده و در تابستان به گل می‌نشیند(نظری، ۱۳۷۱).

بازدارنده‌های نیترات‌سازی ترکیب‌هایی هستند که اکسایش زیستی یون آمونیوم به نیتریت را به‌واسطه کاهش فعالیت باکتری نیتروزموناس به تأخیر می‌اندازند (پاسدا و همکاران، ۲۰۰۱). یکی از بازدارنده‌های نیترات سازی که در سالهای اخیر وارد بازار شده است ۳ و ۴- دي متيل پيرازول فسفات (DMPP) است که توسط شرکت باسف آلمان تولید شده‌است. استفاده از DMPPهمراه با کودهای نیتروژنه توانسته است عملکرد محصولات کشاورزی را بهبود بخشد (زرولا و همکاران، ۲۰۰۱). عبدالمنعم و همکاران (۱۹۹۶) عنوان کردند گیاهان کاهو تغذیه شده در کشت هیدروپونیك با آمونیوم وزن تر و غلظت نیترات کمتری در مقایسه با گیاهان تغذیه شده با نیترات داشتند. آنها علت این امر را تفاوتهای موجود در فرایند جذب و آسیمیلاسیون شکلهای مختلف نیتروژن توسط گیاه کاهو دانستند. استفاده از تغذیه آمونیومی در مقایسه با تغذیه نیترات، سبب کاهش رشد دو گیاه کاهو و اسفناج روییده در کشت هیدروپونیک شد. همچنین مقدار کلروفیل a و b در گیاهان اسفناج و کاهوی تغذیه شده با آمونیوم بسیار بیشتر از گیاهان تغذیه شده با نیترات بود (روستا، ۱۳۸۹).

تحقیقات چندانی در مورد کاربرد این بازدارنده در محلولهایی غذایی مورد استفاده در کشت هیدروپونیك نشده است. با توجه به مصرف سبزیها در رژیم غذایی انسان و تأثیر زیاد آنها بر سلامتی انسان‌ها، تحقیق حاضر سعی دارد تأثیر شکل نیتروژن و کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴- دی متیل پیرازول فسفات را بر میزان کلروفیل برگ و عملکرد دو رقم کاهو در کشت هیدروپونیك مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روشها
این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات در محلول غذایی و نوع رقم کاهو با سه تکراردر گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد اجرا گردید. نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی شامل ۵ سطح ۱۰۰:۰، ۸۵:۱۵ با و بدون بازدارنده نیترات سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات و ۷۰:۳۰ با و بدون بازدارنده نیترات سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفاتبود. ارقام کاهوی مورد استفاده نیز شامل دو رقم تجاریترساو کالیفرنیابودند. مقدار مصرف بازدارنده نیترات سازی DMPP در تیمارهای حاوی بازدارنده برابر با ۲ میلی‌گرم در لیتر بود. به منظور اجرای آزمایش بذرهای کاهو پس از ضدعفونی توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد، در بستر کشت نشا حاوی کوکوپیت و پرلیت کاشته شده و روزانه توسط آب مقطر آبیاری شدند. حدود سه هفته پس از جوانه‌زنی، نشاهای کاهو به گلدانهاپلاستیکی ۲ لیتری حاوی کوکوپیت و پرلیت منتقل شدند. برای هر پلات آزمایشی ۲ ظرف در نظر گرفته شده و در داخل هر ظرف یک بوته کشت شد. برای تهیه محلول غذایی از آب شرب دانشگاه

شهرکرد استفاده شد. با لحاظ کردن غلظت عناصر غذایی موجود در آب، محاسبات لازم برای حصول به غلظت‌های مورد نظر در محلول‌های غذایی مورد استفاده انجام شد. فرمولاسیون عناصر غذایی مورد استفاده برای تهیه محلول غذایی بدین صورت بود. غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد در محلول غذایی به ترتیب برابر با ۰/۱۹، ۰/۲، ۰/۱۱، ۵/۴، ۰/۱ و ۲/۱ میلی‌مولار بود. همچنین غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف برای مس، بور، آهن، منگنز، روی و مولیبدن به ترتیب برابر ۷۵/۰، ۳۰، ۴۰، ۰/۵، ۰/۴ و ۵/۰ میکرومولار بود. لازم به ذکر است pHمحلول غذایی روی ۴/۵ تنظیم شد. پس از انتقال نشاهای کاهو به ظروف حاوی مربوطه از محلول یک چهارم قدرت استفاده شد که به تدریج و با افزایش رشد گیاه از محلول تمام قدرت استفاده شد.

در فاصله زمانی قبل از برداشت، شدت رنگ کاهو (یکی از شاخصهای کیفی مهم) در ۱۰ برگ از قسمت‌های مختلف بوته در هر تیمار با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج اندازه‌گیری شد. همچنین در همین زمان از گیاهان نمونه‌برداری شده و مقدار کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و مقدار کاروتنوئیدهای برگ با استفاده از روش مربوطه اندازه‌گیری شد(سانی و همکاران، ۲۰۰۱). پس از گذشت ۸ هفته، بوته‌ها برداشت شده و قسمت هوایی (شاخساره) و ریشه گیاه از یکدیگر جدا شدند. به دنبال آن وزن تر نمونه‌ها توسط ترازوی رقومی اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها پس از شستشو توسط آب معمولی و آب مقطر به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. سپس وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شده و درصد ماده خشک آنها محاسبه شد. در نهایت نتایج حاصله توسط نرم افزارآماری SASتجزیه و تحلیل شده و برای مقایسه و کلاسهبندی میانگینها از آزمون حداقل تفاوت معني‌دار (LSD) استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر نسبت آمونیوم به نیتراتمحلول غذایی بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه کاهو

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی را بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه نشان می‌دهد. نتایج نشان داد تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی،نوع رقم کاهو و برهمکنش آنها با همدیگر بر وزن تر اندام هوایی در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار بود.همچنین اثر نوع رقم و برهمکنش نسبت آمونیوم به نیترات با نوع رقم کاهو بر وزن خشک اندام هوایی در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار بود.تنها اثر نسبت آمونیوم به نیترات بر وزن تر ریشه در سطح ۵ درصد آماری معنی‌دارشد. جدول ۲ نتایج برهمکنش نسبت آمونیوم به نیتراتبا رقم کاهو را بر وزن تر اندام‌هوایی نشان می‌دهد.در رقم ترساافزایش نسبت آمونیوم در محلول غذایی تا ۳۰ درصد منجر به کاهش معنی‌دار وزن تر اندام هوایی در مقایسه با محلول بدون آمونیوم شد. در این رقم کاربرد بازدارنده DMPP در هر دو نسبت ۸۵:۱۵ و ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات، تفاوت معنی‌داری در وزن تر اندام هوایی در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPP ایجاد نکرد. بیشترین وزن تر اندام هوایی در رقم ترسادر نسبت ۱۰۰: ۰ آمونیوم به نیترات به دست آمد. اما در رقم کالیفرنیاافزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی تا ۱۵ درصد منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم و محلول‌های غذایی دارای نسبت ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات شد. در این رقم نیز کاربرد بازدارنده در هر دو نسبت ۸۵:۱۵ و ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات تفاوت معنی‌داری در وزن تر اندام هوایی در مقایسه با تیمار بدون بازدارنده ایجاد نکرد. در رقم کالیفرنیابیشترین عملکرد با کاربرد آمونیوم در محلول غذایی تا نسبت ۱۵ درصد حاصل شد. در رقم کالیفرنیاافزایش نسبت آمونیوم به نیترات تا ۳۰ درصد منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد در مقایسه با نسبت ۸۵:۱۵ گردید.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن ترااندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه کاهو

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن ترااندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه
رقم کاهو	۱	۳/۱۴۲۴۱۶ **	۶/۲۸۸**	۳/۱۱۱۶ ns	۶/۹ ns
نسبت آمونیوم به نیترات	۴	۸/۶۰۱۸ **	۶/۶ ns	۵/۱۳۸۷*	۲/۵ ns
رقم کاهو ×نسبت آمونیوم به نیترات	۴	۸/۸۹۶۱ **	۶/۲۶**	۴/۴۸۰ ns	۵/۱ ns
خطا	۲۰	۳/۱۰۰۷	۲/۴	۹/۳۱۵	۷/۲

ns، *و ** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد ازمون F می‌باشد.

جدول ۲. برهمکنش نسبت آمونیوم به نیتراتبا رقم کاهو بر وزن تر اندام هوایی کاهو (گرم در گلدان)

نسبتامونیوم به نیترات / رقم کاهو	۱۰۰: ۰	۸۵:۱۵	۸۵:۱۵با DMPP	۷۰: ۳۰	۷۰: ۳۰با DMPP	میانگین
ترسا	c۰۰/۳۳۴	d۰۰/۲۰۸	d۶۷/۲۱۸	d۶۷/۲۲۸	d۳۳/۲۲۲	B۳۳/۲۴۲
کالیفرنیا	bc۰۰/۳۷۳	a۳۳/۴۳۵	ab۶۷/۴۲۲	c۶۷/۳۴۵	c۰۰/۳۲۴	A۱۳/۳۸۰
میانگین	A۵۰/۳۵۳	AB۶۷/۳۲۱	AB۶۷/۳۲۰	BC۱۷/۲۸۷	C۱۷/۲۷۳	

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند(ازمون **LSD**).

جدول ۳ نتایج برهمکنش نسبت آمونیوم به نیتراتبا رقم کاهو بر وزن خشک اندام هوایی کاهو را نشان می‌دهد. در رقم ترسا افزایش نسبت آمونیوم در محلول غذایی تا ۱۵ درصد منجر به کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با محلول بدون آمونیوم و محلول‌های غذایی دارای نسبت ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات شد. در این رقم کاربرد بازدارنده DMPP در هر دو نسبت ۸۵: ۱۵ و ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات، تفاوت معنی‌داریدر وزن خشک اندام هوایی کاهو در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPP ایجاد نکرد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی در رقم ترسا در نسبت ۱۰۰: ۰ آمونیوم به نیترات به دست آمد. اما در رقم کالیفرنیا افزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی تا ۳۰ درصد افزایش معنی‌داری در عملکرد در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم ایجاد نکرد. دراین رقم نیز کاربرد بازدارنده DMPP در هر دو نسبت ۸۵: ۱۵ و ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات، تفاوت معنی‌داری در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPP ایجاد نکرد. در رقم کالیفرنیا بیشترین عملکرد با کاربرد آمونیوم در محلول غذایی تا نسبت ۱۵ درصد حاصل شد.

جدول۳. بر همکنش نسبت آمونیوم به نیترات با رقم کاهو بر وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)

نسبت آمونیوم به نیترات رقم	۰:۱۰۰	۱۵:۸۵	۱۵:۸۵با DMPP	۳۰:۷۰	۳۰:۷۰با DMPP	میانگین
ترسا	^{bcd}۱۳/۱۷	^{f}۴۵/۱۰	^{ef}۲۶/۱۱	^{de}۴۹/۱۴	^{cd}۴۰/۱۵	^{B}۷۴/۱۳
کالیفرنیا	^{ab}۲۱/۲۰	^{a}۴۶/۲۱	^{a}۷۶/۲۱	^{abc}۶۸/۱۸	^{bcd}۶۳/۱۷	^{A}۹۵/۱۹

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند(ازمون **LSD**).

تاثیر نسبت آمونیوم به نیتراتمحلول غذایی بر وزن تر ریشه کاهو در جدول ۴ نشان داده شده است. افزایش نسبت آمونیوم تا ۳۰ درصد منجر به کاهش معنی‌دار وزن تر ریشه در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم و محلول‌های غذایی دارای نسبت ۸۵: ۱۵ آمونیوم به نیترات شد.کاربرد بازدارنده DMPP در هر دو نسبت ۸۵: ۱۵ و ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات، تفاوت معنی‌داری در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPPبر وزن تر ریشه ایجاد نکرد. بیشترین وزن تر ریشه در نسبت ۱۰۰: ۰ آمونیوم به نیترات به دست آمد (جدول ۴).

.جدول ۴. تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی بر وزن تر ریشه کاهو

نسبت آمونیوم به نیترات	۰:۱۰۰	۱۵:۸۵	۱۵:۸۵با DMPP	۳۰:۷۰	۳۰:۷۰با DMPP
میانگین	^{A}۰۰/۸۸	^{AB}۰۰/۷۲	^{AB}۰۰/۸۰	^{C}۳۳/۵۰	^{BC}۵۰/۵۹

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند(ازمون **LSD**).

تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی بر میزان کلروفیل برگ کاهو

جدول ۵تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشیبر میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کارتنوئید، کلروفیل کل و شاخص میزان کلروفیلبرگ کاهو را نشان می‌دهد.نوعرقم کاهو بر کلروفیل a، کارتنوئید و کلروفیل کل در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار شد. اثر رقم کاهو و اثر نسبت آمونیوم به نیترات بر شاخص میزان کلروفیل برگ در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار شد.

کارتنوئید، کلروفیل کل و شاخص میزان کلروفیل برگ ،b کلروفیل ،a جدول ۵. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایشی بر کلروفیل ارقام کاهو

منابع تغییر	درجه ازادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئید	کلروفیل کل	شاخص کلروفیل
رقم کاهو	۱	۶/۹۱۱۷ **	^{ns}۵/۱۸۵۶	۵/۲۷۰۷ **	۸/۱۹۶۶۰ **	۹۴/۲۹ **
نسبت آمونیوم به نیترات	۴	^{ns} ۰/۱۳۴۷	^{ns}۵/۱۲۱۹	^{ns}۴/۷۳۱	^{ns}۷/۲۰۳۰	۴۶/۸۸ **
رقم کاهو × نسبت آمونیوم به نیترات	۴	^{ns} ۸/۸۳۹	^{ns} ۱/۱۰۷	^{ns}۶/۳۹۷	^{ns}۷/۱۵۴۹	^{ns}۲۷/۷
خطا	۲۰	۵/۶۱۴	۵/۵۰۷	۷/۳۳۰	۷/۱۶۲۳	۳۲/۳

ns، *و ** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد ازمون F می‌باشد.

در رقم ترسا میزان کلروفیل a، کارتنوئید، کلروفیل کل و شاخص کلروفیل به طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد آماری بیشتر از رقم کالیفرنیا شد (جدول ۶). جدول ۷نتایج مقایسه میانگین اثر نسبت آمونیوم به نیترات بر شاخص میزان کلروفیل برگ کاهو را نشان می‌دهد. افزایش آمونیوم تا ۳۰ درصد منجر به کاهش معنی‌دار شاخص میزان کلروفیل برگ نسبت به تیمار بدون آمونیوم در سطح ۵ درصد آماری شد.کاربرد بازدارنده DMPP در هر دو نسبت ۸۵: ۱۵ و ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات، تفاوت معنی‌داری در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPPبر شاخص میزان کلروفیل برگ ایجاد نکرد.

کارتنوئید، کلروفیل کل و شاخص میزان کلروفیل برگ ارقام کاهو ،a جدول ۶. اثر نوع رقم کاهو بر کلروفیل

رقمکاهو	کلروفیل μ(ag/g)	کارتنوئید μ(g/g)	کلروفیل کل μ(g/g)	شاخص میزان کلروفیل برگ
ترسا	^{A}۷۳/۲۴۱	^{A}۰۶/۱۲۲	^{A}۸۰/۳۷۸	^{A}۱۵/۱۴
کالیفرنیا	^{B}۸۶/۲۰۶	^{B}۰۶/۱۰۳	^{B}۶/۳۳۶	^{B}۱۵/۱۲

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند(ازمون **LSD**).

جدول ۷. اثر نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی بر شاخص میزان کلروفیل برگ کاهو

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند (آزمون **LSD**).

نسبت آمونیوم به نیترات	۰:۱۰۰	۱۵:۸۵	۱۵:۸۵با **DMPP**	۳۰:۷۰	۳۰:۷۰با **DMPP**
میانگین	^{A}۸۵/۱۹	^{BC}۵۶/۱۱	^{C}۶۱/۱۰	^{B}۸۶/۱۲	^{BC}۸۹/۱۰

ایرویگوین و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهش‌های خود در مورد تاثیر بازدارنده DCD و DMPPدرخاک گزارش کردند که کاربرد هر دو بازدارنده هیچ گونه تأثیر منفی بر عملکرد و یا سایر شاخص‌های کیفی اسفناج از قبیل درصد ماده‌ی خشک نداشت. ساواس و همکاران (۲۰۰۶) اثر نسبت آمونیوم به نیتروژن کل را بر رشد و عملکرد گیاه کاهو مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها مشاهده نمودند که بیشترین وزن تر و خشک گیاه با کاربرد ۳۰ درصد نیتروژن مصرفی به شکل آمونیوم حاصل شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت ندارد. تفاوت در بین ارقام گیاهی در پاسخ نسبت به نیتروژن ناشی از متفاوت بودن راندمان فیزیولوژیکی گیاه در استفاده از نیتروژن است (لدها و همکاران، ۲۰۰۵).در تحقیقات قیطاسی (۱۳۹۲) کاربرد سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP باعث افزایش معنی‌دار شاخص میزان کلروفیل برگ شد، در حالی‌که کاربرد بازدارنده در این تحقیق تأثیر معنی‌داری بر شاخص میزان کلروفیل برگ نداشت.تفاوت بین ارقام در میزان کلروفیل a، کارتنوئید و کلروفیل کل به دلیل تفاوت بین ارقام گیاهی می‌باشد که این مسئله در پژوهشهای دیگر نیز دیده شده است.براساس نتایج این تحقیق در ارقام ترسا و کالیفرنیا به ترتیب استفاده از نسبت‌های ۱۰۰ : ۰ و ۸۵ :۱۵ آمونیوم به نیترات برای افزایش عملکرد کاهو توصیه می‌شود. همچنین کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP تأثیری بر عملکرد ارقام کاهو نداشته است.

منابع

روستا، ح. ر. ۱۳۸۹. مقایسه کاهو و اسفناج تغذیه شده با نیترات یا آمونیوم در سیستم هیدروپونیک. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، جلد اول، شماره اول، صفحه‌های ۵۸ تا ۶۳.

قیطاسی،م. ۱۳۹۲. تأثیر بازدارنده نیترات سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر تجمع نیترات در دو رقم اسفناج در بافت‌های مختلف خاک. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد.

نظری، م. ۱۳۷۱. خواص سبزی‌های خوراکی. چاپ اول، انتشارات پیام آزادی، تهران.

Abd-Elmoniem E.M.,Abou-Hadid A.F., El-Shinawy M.Z., El-Beltagy A.S. and Eissa A.M. ۱۹۹۶. Effect of nitrogen form on lettuce plant grown in hydroponic system.Acta Horticulture, ۴۳۴:۴۷-۵۲.

Irigoyen I., Lamsfus C., Aparicio-Tejo P. and Muro J. ۲۰۰۶. The influence of ۳,۴dimethylpyrazole phosphate and dicyandiamide on reducing nitrate accumulation in spinach under Mediterranean conditions. Journal of Agricultural Science, ۱۴۴:۵۵۵-۵۶۲.

Ladha J.K., Pathak H., Kurpnik T.J., Six J. and Keseel C.V. ۲۰۰۵. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production : retrospects and prospects. Advanced in Agronomy, ۸۷ : ۸۵-۱۵۶.

Marschner H., ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.

Pasda G., Hahndel R. and Zerulla W. ۲۰۰۱. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (۳, ۴-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. Biology and Fertility of Soils, ۳۴:۸۵-۹۷

Saini R.S., Sharma K.D..Dhankhar O.P. and Kaushik R.A. ۲۰۰۱. Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture. Agrobios, India.

Savvas D.,Passam H.C.,Olympios C.,Nasi E.,Moustaka E.,Mantzos N. and Barouchas P. ۲۰۰۶. Effects of ammonium nitrogen on lettuce grown on pumice in a closed hydroponic system. HortScience, ۴۱:۱۶۶۷-۱۶۷۳.

Zerulla W., Barth T., Dressel J., Von Locquenghien K.E.K.H., Pasda G., Radle M. and Wissemeier A.H. ۲۰۰۱. ۳, ۴- Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) - a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. Biology and Fertility of Soils, ۳۴:۷۹-۸۴.

Abstract

This experiment was conducted to elucidate the effects of nitrogen forms on the leaf chlorophyll content and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) under hydroponic conditions. A factorial experiment in a completely randomized design was carried out with two factors of ammonium to nitrate ratios (with and without nitrification inhibitor ۳,۴-

dimethylpyrazole phosphate (DMPP)) and lettuce cultivars (Teresa and California) with three replications at ShahreKord University. The results showed that the highest lettuce fresh weight was obtained with application of ۰:۱۰۰ ammoniumto nitrate ratio in Teresa cultivar. But in California cultivar, application of ammonium by ۱۵ percent of total nitrogen led to the highest lettuce yield. In both cultivars, nitrification inhibitor (DMPP)had not significanteffects on the lettuce fresh weight in different ammonium to nitrate ratios.