

## تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم بر ترکیب شیمیایی و درصد اسانس آویشن دنايي در شرایط شور و غیر شور

سیمین شهری<sup>۱</sup>، ابراهیم سپهر<sup>۲\*</sup>، امیر رحیمی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۰۲)

### چکیده

به منظور بررسی سطوح مختلف نیتروژن و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم در شرایط شور و غیر شور بر غلظت سبزینه، عناصر غذایی و اسانس آویشن دنايي (*Thymus daenensis subsp. daenensis Celak*)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳۰ تیمار و ۳ تکرار. با عامل‌های نیتروژن در سه سطح (۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌مولار)، نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم در پنج سطح (۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰) و شوری در دو سطح (۰ و ۵۰ میلی‌مولار سدیم کلرید) در شرایط گلخانه انجام گرفت. نتایج نشان داد با افزایش سطوح نیتروژن غلظت عناصر غذایی، غلظت سبزینه، درصد و عملکرد اسانس افزایش یافت. همچنین تأثیر نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم نشان داد که با افزایش نیترات در محلول غذایی غلظت پتاسیم، سدیم و غلظت سبزینه در گیاه افزایش، و با افزایش آمونیوم در محلول غذایی غلظت نیتروژن، فسفر، آهن، مس و روی در بافت گیاهی افزایش یافت. شوری باعث کاهش غلظت عناصر غذایی، غلظت سبزینه و درصد اسانس و افزایش غلظت سدیم در بافت گیاهی شد. بیشترین درصد و عملکرد اسانس در شرایط غیر شور از نسبت ۲۵:۷۵ و نیتروژن ۱۵ میلی‌مولار و در شرایط غیر شور از نسبت ۲۵:۷۵ نیترات به آمونیوم و در شرایط شور از نسبت ۵۰:۵۰ نیترات به آمونیوم استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: آمونیوم، شوری، نیترات، نیتروژن

شهری س.، سپهر ا.، رحیمی ا.، ۱۳۹۶. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم بر ترکیب شیمیایی و درصد اسانس آویشن دنايي در شرایط شور و غیر شور. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۷ شماره ۲. ص: ۲۹-۴۳.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (مکاتبه کننده)

۳- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

\*پست الکترونیک: [e.sepehr@urmia.ac.ir](mailto:e.sepehr@urmia.ac.ir)

## مقدمه

آویشن (*Thymus*) از خانواده نعنائیان و به‌عنوان نوشیدنی، طعم‌دهنده غذایی و داروی گیاهی به کار می‌رود. در میان گونه‌های رویش‌یافته در ایران، گونه *T. daenensis* بیشتر به‌عنوان ضد نفخ، هضم‌کننده غذا، ضد اسپاسم، ضد سرفه و خلط‌آور در درمان سرماخوردگی مصرف می‌شوند (Stahl-Biskup & Saez, 2002).

نیتروژن عنصری معدنی است که گیاهان بیشتر از همه عناصر به آن نیاز دارند، به همین دلیل مهم‌ترین عنصر محدودکننده عملکرد گیاهان به‌شمار می‌آید. عنصری اساسی برای بیشتر بخش‌های گیاه، برگ‌ها، شاخساره‌ها، ریشه و ... است. نیتروژن حدود ۲ تا ۵ درصد وزن خشک گیاه را شامل می‌شود و در سنتز اسیدهای آمینه، دگرگشت‌های<sup>۱</sup> ثانویه، در ساخته‌شدن سبزینه، اسیدهای نوکلئوتیک و فعالیت‌های آنزیمی نقش دارد، اثر اصلی نیتروژن تسریع اغلب فرایندها و تغییر در جذب عناصر غذایی در گیاه است (Marschener, 1995). در بررسی تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اسانس زیره سبز گزارش شده است که نیتروژن باعث افزایش درصد اسانس گردید و این افزایش به علت افزایش میزان رشد و پیکر رویشی گیاه و همچنین به علت تأثیر نیتروژن در مسیرهای سنتز اسانس بیان‌شده است (Azizi & Aminidehmaghi, 2008). راجیو و میسرا (Rajiv & Misra, 2011) بیان کردند افزایش میزان نیتروژن بر روی جذب سایر عناصر مانند پتاسیم و فسفر تأثیر گذاشته و در مواردی باعث تشدید جذب بعضی عناصر می‌شود. شی و همکاران (Shi et al., 2010)، بیان کردند که کاربرد کود نیتروژن محتوی آهن، روی و مس دانه گندم را افزایش داد.

نیترات و آمونیوم شکل‌های مهم نیتروژن هستند که توسط گیاهان جذب می‌شوند (Marschener, 1995). نوع نیتروژن بر ترکیب شیمیایی و غلظت عناصر غذایی در گیاه تأثیر می‌گذارد زیرا با جذب عناصر غذایی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم برهمکنش دارد. به‌طوری‌که تغییر نسبت نیترات به آمونیوم روش مناسب برای کنترل جذب نسبی آنیون‌ها و کاتیون‌ها است (Assimakopoulou, 2006). جذب آمونیوم باعث تجمع یون  $H^+$  در سیتوپلاسم و همچنین تراوش آن در اطراف ریشه گیاه می‌شود که

باعث کاهش pH منطقه ریزوسفر شده و به جذب عناصر غذایی توسط ریشه کمک می‌کند. جذب نیترات باعث مصرف پروتون در داخل سیتوپلاسم و در نتیجه آزاد شدن یون‌های هیدروکسیل در اطراف ریشه شده و باعث افزایش pH می‌شود که به این طریق در جذب عناصر غذایی مؤثر است (Marschener, 1995). تأثیر نسبت نیترات به آمونیوم بر جذب عناصر پتاسیم و سدیم در گیاهان مختلف متفاوت است. در گوجه‌فرنگی و هندوانه با افزایش نسبت نیترات، غلظت پتاسیم افزایش می‌یابد (Rothstein & Cregg, 2005). دلشاد و همکاران (Delshad et al., 2000) بیان کردند علت کاهش غلظت پتاسیم مربوط به رابطه آنتاگونیستی میان پتاسیم و آمونیوم است و با افزایش آمونیوم در محلول غذایی غلظت نیتروژن در گوجه‌فرنگی افزایش یافت.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که تأثیر نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر جذب و غلظت عناصر کم‌مصرف در گیاهان مختلف و در شرایط مختلف آزمایش متفاوت است (Rothstein & Cregg, 2005). بنی جمال و بیات (Banijamal & Bayat, 2014) بیان کردند که با افزایش آمونیوم در محلول غذایی غلظت آهن، روی و مس در بخش هوایی رز افزایش یافت.

شوری از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی است که تولید محصولات کشاورزی را کاهش می‌دهد (Ikeda & Osawa, 1983). شوری باعث ایجاد مشکلات زیادی از جمله باعث تجمع سدیم و کلر در سلول‌های گیاهی شده و بر جذب عناصر غذایی از طریق اثر متقابل رقابتی و یا نفوذپذیری انتخابی یون‌ها در غشا اثر می‌گذارد که باعث کاهش رشد گیاه می‌شود (Bybordi, 2011). نغاتی و مارزوک (Neffati & Marzouk, 2008)، در بررسی تأثیر شوری (۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) بر روی گشنیز بیان کردند با افزایش شوری عملکرد اسانس کاهش یافت. جهانبازی گوجانی و همکاران (Jahanbazi et al., 2015)، در آزمایشی روی نهال‌های بادام تحت تنش شوری ناشی از آبیاری با محلول سدیم کلرید با غلظت‌های مختلف شامل شاهد، ۲۵، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مول بیان کردند که با افزایش غلظت نمک مقادیر فاکتورهای رویشی، رنگیزه-های گیاهی و زیست‌توده گیاه کاهش یافت. افزایش تنش شوری موجب کاهش جذب مس، روی، آهن، منگنز و

تهیه نمونه به‌طور یکنواخت آسیاب شده و از الک ۰/۲ میلی‌متر عبور داده شدند، نمونه‌های آسیاب شده در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس در کوره تبدیل به خاکستر شده و با اسید کلریدریک ۲ نرمال هضم شدند. غلظت عناصر ۱- آهن، روی، مس با استفاده از دستگاه جذب اتمی ۲- پتاسیم و سدیم با روش شعله‌سنجی و با دستگاه فلیم فتومتر ۳- فسفر به روش رنگ‌سنجی با دستگاه اسپکتوفتومتر تعیین و غلظت نیتروژن با دستگاه کج‌دال اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری غلظت سبزینه ۱ گرم از وزن تر اندام هوایی به همراه ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در هاون چینی سائیده شده و عصاره حاصله به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ سانتریفیوژ گردید. جذب فاز بالایی نمونه‌ها توسط اسپکتوفتومتری قرائت شد و سپس میزان سبزینه برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر گیاه محاسبه و بیان شد. اسانس‌گیری با استفاده از سیستم تقطیر با آب با دستگاه کلونجر انجام گرفت، و عملکرد اسانس از حاصل- ضرب درصد اسانس × وزن خشک به‌دست آمد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS، رسم شکل با نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۵ انجام شد.

جدول ۱- جدول هوگلند و آرنون اصلاح شده

Table 1. Hoagland and Arnon modified table		
Nutrients	Source of supply	Concentration (mM)
	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O - NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> -NH <sub>4</sub> Cl-KNO <sub>3</sub>	5-10-15
N		
P	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2.5
K	K- K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3.5
Mg	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	2
Ca	CaCl <sub>2</sub>	5.75
Zn	ZnSO <sub>4</sub>	0.0077
Fe	Fe-EDDTA	0.187
Mo	H <sub>24</sub> Mo <sub>7</sub> N <sub>6</sub> O <sub>24</sub> · 4H <sub>2</sub> O	0.00053
Cu	CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	0.0016
Mn	1H <sub>2</sub> O · MnSO <sub>4</sub>	0.037
B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0.045

#### نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن و شوری بر درصد نیتروژن گیاه در سطح ۰/۱

پتاسیم گردید. با توجه به اهمیت کودهای نیتروژنه و نقش آن‌ها در بهبود فرآیندهای متابولیکی گیاهان و تأثیر آن بر جذب عناصر غذایی و غلظت سبزینه و نبود و یا کمی اطلاعات در این زمینه بر روی گیاه آویشن، در این مطالعه تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم در شرایط شور و غیر شور بر غلظت سبزینه، غلظت عناصر غذایی، درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی آویشن دناپی مطالعه شده است.

#### مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳۰ تیمار و ۳ تکرار شامل نیتروژن در سه سطح (۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌مولار)، نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم در پنج سطح (۰:۱۰۰، ۱۰:۹۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵، ۹۰:۱۰، ۱۰۰:۰) و شوری در دو سطح (۰ و ۵۰ میلی‌مولار سدیم کلرید) بر روی آویشن دناپی (*Thymus daenensis subsp. daenensis Celak*) در محیط کشت آبکشت اجرا شد. گیاهان آویشن دناپی در اندازه‌های ۷ سانتی‌متری به گلدان‌های حاوی ماسه و پرلیت به نسبت‌های حجمی مساوی ۱:۱ (Nikrazm et al., 2011) انتقال داده شدند و محلول‌های غذایی بر پایه محلول غذایی هوگلند و آرنون تغییر یافته (1950) (جدول ۱) در اختیار گیاهان قرار گرفتند.

pH محلول غذایی با استفاده از اسید کلریک روی ۶/۵ تنظیم شد. در ابتدا گیاهان به مدت دو هفته به‌وسیله محلول غذایی نیمه هوگلند تغذیه شدند و بعد از عادت دهی به شرایط جدید، محلول‌های غذایی اصلی اعمال و بعد از استقرار گیاهان در محیط کشت و بعد از گذشت دو هفته از رشد گیاهان و رسیدن به ارتفاع ۱۱-۱۲ سانتی‌متری و اطمینان از استقرار کامل گیاهان و سازگار شدن با محیط، تیمار شوری ابتدا دو بار در غلظت ۲۵ میلی‌مولار و سپس در غلظت ۵۰ میلی‌مولار اعمال شد. نمونه‌ها پس از برداشت بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. ابتدا با آب معمولی سپس دو بار با آب مقطر شسته شدند. پس از هوا خشک شدن در فضای تاریک به‌منظور

#### نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و شوری بر میزان عناصر غذایی

نیتروژن در گیاه نسبت به شرایط غیر شور کاهش یافت. به طوری که بیشترین درصد نیتروژن گیاه در تیمار ۱۵ میلی مولار نیتروژن و شرایط غیر شور و کمترین از تیمار ۵ میلی مولار نیتروژن و شرایط شور به دست آمد (شکل ۱).

معنی دار شد ولی اثر متقابل نسبت‌های مختلف نترات به آمونیوم و شوری و اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن و نسبت‌های مختلف نترات به آمونیوم بر درصد نیتروژن معنی دار نشد (جدول ۲). با توجه به نتایج به دست آمده با افزایش نیتروژن مصرفی غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی گیاه افزایش یافت و با افزایش شوری غلظت

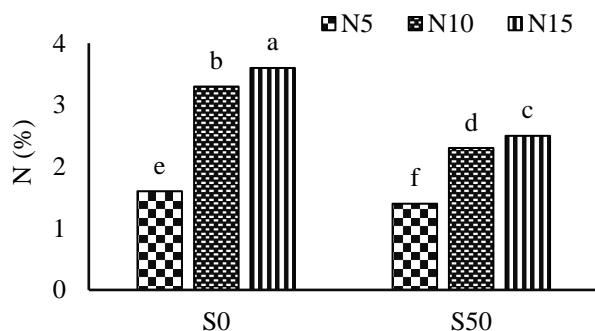
جدول ۲- تجزیه واریانس غلظت عناصر تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، نسبت‌های مختلف نترات به آمونیوم و شوری

Table 2. Analysis of the variance of the elements under the influence of different levels of nitrogen, different ratios of nitrate to ammonium and salinity

Source of variation	Df	N	P	K	Na	Fe	Zn	Cu	Chl	Oil cont.	Oil Conc.
		%				mg kg <sup>-1</sup>			mg g <sup>-1</sup>	(mg pot <sup>-1</sup> )	
Blook	2	0.01 <sup>ns</sup>	0.0*	0.05 <sup>ns</sup>	0.0*	3.8 <sup>ns</sup>	1.9 <sup>ns</sup>	13.2 <sup>ns</sup>	0.4 <sup>ns</sup>	269.5 <sup>ns</sup>	0.0 <sup>ns</sup>
Nitrogen (a)	2	20.8**	0.0**	1.56**	3.3**	2397.1**	101.3**	245.5**	104.0**	787328.7**	13.3**
NO/NH (b)	4	1.55**	0.0**	1.2**	0.2**	2472.1**	165.8**	121.5**	25.1**	300844.5**	2.1**
Salinity (c)	1	14.7**	0.1**	18.32**	36.5**	6398.0**	264.6**	313.3**	21.8**	2047351.3**	23.1**
a × b	8	0.03 <sup>ns</sup>	0.0 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.0 <sup>ns</sup>	89.1 <sup>ns</sup>	3.8 <sup>ns</sup>	5.6 <sup>ns</sup>	0.8 <sup>ns</sup>	209472.8**	0.۲**
a × c	2	1.64**	0.0 <sup>ns</sup>	0.22**	2.5**	185.9 <sup>ns</sup>	10.9*	20.0 <sup>ns</sup>	2.1 <sup>ns</sup>	133732.6**	1.3**
b × c	4	0.0۵ <sup>ns</sup>	0.0 <sup>ns</sup>	0.39**	0.1**	97.6 <sup>ns</sup>	3.9 <sup>ns</sup>	3.9 <sup>ns</sup>	1.0 <sup>ns</sup>	109129.2**	0.7**
a × b × c	8	0.05 <sup>ns</sup>	0.0 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.0 <sup>ns</sup>	76.2 <sup>ns</sup>	5.5 <sup>ns</sup>	5.4 <sup>ns</sup>	0.4 <sup>ns</sup>	12678.0**	0.2**
Error	58	0.05	0.0	0.02	0.0	58.3	2.6	6.6	1.1	1468.8	0.0

\* P ≤ 0.05, \*\* P ≤ 0.01, ns: nonsignificant

Chl: Chlorophyl, Oil cont: Oil content, Oil conc: Oil concentration



شکل ۱- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش بین نیتروژن و شوری روی درصد نیتروژن

Figure 1. Comparison of means of the effect of interaction between nitrogen and salinity on the percentage nitrogen

توسط گیاهان با افزایش کاربرد نیتروژن به دلیل افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن در محیط و در نتیجه جذب بهتر آن توسط گیاهان است (Marschener, 1995). با افزایش میزان نیتروژن در محلول غذایی از ۲۳۸ به ۳۱۰ میلی گرم نیتروژن در لیتر میزان نیتروژن در بافت خشک خیار از ۵/۱۴ به ۵/۷۱ درصد افزایش یافت و با افزایش غلظت نیتروژن در محیط کشت غلظت نیتروژن در خیار افزایش

با افزایش غلظت نیتروژن در محیط کشت غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی گیاه آویشن دریایی افزایش یافت، تجمع نیتروژن در گیاه رابطه مستقیم با میزان مصرف نیتروژن داشته و با افزایش نیتروژن در محیط کشت میزان نیتروژن افزایش می‌یابد و با کاهش غلظت نیتروژن درصد نیتروژن در بافت‌ها کاهش می‌یابد که موجب زرد شدن برگ‌های پایینی می‌شود، افزایش جذب نیتروژن

به نظر می‌رسد که در صورت فراهمی هر دو شکل آمونیوم و نیترات، جذب آمونیوم بر نیترات برتری دارد. نتایج مشابهی توسط دلشاد و همکاران (Delshad *et al.*, 2000) در گوجه‌فرنگی گزارش شد است. نیتروژن گلبرگ گل رز با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات افزایش معنی‌دار داشت و افزایش نیتروژن گلبرگ رز می‌تواند به دلیل جذب سریع‌تر آمونیوم در مقایسه با نیترات با مصرف کمتر انرژی به‌وسیله گیاه باشد (Banijamal & Bayat, 2014). والننتین و همکاران (Valentine *et al.*, 2002) نیز بیان کردند که بیشترین غلظت نیتروژن کل برگ‌های خیار در محلول غذایی با آمونیوم خالص مشاهده شد.

#### فسفر

نتایج نشان داد اثر متقابل نیتروژن، نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و شوری بر درصد فسفر معنی‌دار نشد ولی اثر اصلی نیتروژن، نسبت نیترات به آمونیوم و شوری بر درصد فسفر در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). در مقایسه بین سطوح مختلف نیتروژن روی غلظت فسفر، نتایج نشان داد با افزایش نیتروژن مصرفی غلظت فسفر در گیاه افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین درصد فسفر از سطح ۱۵ میلی‌مولار نیتروژن و کمترین از سطح ۵ میلی‌مولار به‌دست آمد (جدول ۳). افزایش نیتروژن، جذب فسفر توسط گیاه را از طریق افزایش رشد اندام‌های هوایی و ریشه، همچنین تغییر متابولیسم گیاه و افزایش قابلیت استفاده و حلالیت فسفر افزایش می‌دهد (Khamadi *et al.*, 2015). عنصر نیتروژن می‌تواند بر روی جذب فسفر تأثیر گذاشته و در مواردی باعث تشدید جذب بعضی عناصر گردد (Alizadeh *et al.*, 2008). با افزایش مصرف نیتروژن، غلظت فسفر در کلم بروکلی افزایش یافت (Yoldas *et al.*, 2008). افزایش کود نیتروژن از ۱۵۰ تا ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش فسفر دانه گندم شد (Khamadi *et al.*, 2015).

یافت (Beigi *et al.*, 2011). خلج و ادیسی (Khalaj & Edrisi, 2013) در مورد اثر نیتروژن بر جذب عناصر غذایی نشان دادند که با افزایش مصرف نیتروژن در گل مریم غلظت نیتروژن به‌طور معنی‌داری در گیاه افزایش یافت. در شرایط شور میزان جذب نیتروژن نسبت به محیط غیر شور تفاوت معنی‌داری داشت، شوری باعث کاهش میزان نیتروژن در گیاه شد (شکل ۱). از اثر شوری تداخل در جذب عناصر غذایی، به‌ویژه نیتروژن است. کلر مانع جذب نیترات و سدیم مانع جذب آمونیوم در شرایط تنش شوری می‌شود. از این‌رو بسیاری از فرآیندهای مرتبط با نیتروژن در گیاهان دچار اختلال شده و در نهایت از رشد و عملکرد گیاهان کاسته می‌شود (Irshad *et al.*, 2002). همچنین از دلایل کاهش جذب نیتروژن توسط گیاه در شرایط شور، کاهش وزن خشک گیاه تحت تنش شوری خاک، کاهش تراوایی ریشه گیاه و به دنبال آن کاهش معدنی شدن ترکیبات آلی و فرآیند نیتریفیکاسیون و رقابت یون‌های سدیم و کلر با آمونیوم و نیترات به هنگام جذب محسوب می‌شود (Malakooti, 2000). چن و همکاران (Chen *et al.*, 2010) بیان کردند با افزایش شوری جذب کل نیتروژن در گیاه پنبه کاهش یافت، که دلیل آن را بر هم خوردن تعادل بین عناصر غذایی در سطوح شوری زیاد دانستند. کاهش درصد نیتروژن تحت تنش شوری نیز در سویا (Rostami Hir *et al.*, 2004) گزارش شده است. طبق جدول (۴) با افزایش آمونیوم در محلول غذایی میزان نیتروژن در گیاه افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان نیتروژن از نسبت ۱۰۰:۰ و کمترین از ۰:۱۰۰ نیترات به آمونیوم به‌دست آمد. دلیل افزایش نیتروژن، جذب سریع‌تر آمونیوم در مقایسه با نیترات با مصرف کمتر انرژی به‌وسیله گیاه است (Rothstein & Cregg, 2005). انرژی مورد نیاز برای تبدیل<sup>۱</sup> نیترات بین ۲۱-۲۰ مول ATP است در صورتی‌که برای تبدیل<sup>۱</sup> هر مول آمونیوم نیاز به ۵ مول ATP می‌باشد (Marschener, 1995). احتمالاً

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر نسبت‌های نیترات به آمونیوم بر روی غلظت عناصر غذایی و محتوای کلروفیل

Table 3. Comparison of means of the effect of nitrate to ammonium ratios on the concentration of nutrients and chlorophyll content

N	N	P	K	Na	Fe	Zn	Cu	Chl
	%					mg kg <sup>-1</sup>		mg g <sup>-1</sup>
5 mM	1.5 <sup>c</sup>	0.34 <sup>c</sup>	2.5 <sup>c</sup>	1.2 <sup>a</sup>	157 <sup>c</sup>	33.1 <sup>c</sup>	25.9 <sup>c</sup>	9.4 <sup>a</sup>
10 mM	2.8 <sup>b</sup>	0.38 <sup>b</sup>	2.7 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	163.3 <sup>b</sup>	40.5 <sup>b</sup>	29.2 <sup>b</sup>	11.6 <sup>b</sup>
15 mM	3 <sup>a</sup>	0.4 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	0.5 <sup>c</sup>	174.6 <sup>a</sup>	44.6 <sup>a</sup>	31.6 <sup>a</sup>	13.1 <sup>c</sup>

#### 1. Assimilation

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر نسبت‌های نیترات به آمونیوم بر روی غلظت عناصر غذایی و غلظت کلروفیل  
 Table 4. Comparison of means of the effect of nitrate to ammonium ratios on the concentration of nutrients and chlorophyll content

NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub>	%				mg kg <sup>-1</sup>			Chl mg g <sup>-1</sup>
	N	P	K	Na	Fe	Zn	Cu	
100.0	2.0 <sup>d</sup>	0.32 <sup>e</sup>	2.9 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	151.4 <sup>e</sup>	35.6 <sup>e</sup>	25.4 <sup>d</sup>	12.4 <sup>a</sup>
75.25	2.3 <sup>c</sup>	0.36 <sup>d</sup>	2.9 <sup>a</sup>	1.0 <sup>b</sup>	156.4 <sup>d</sup>	37.3 <sup>d</sup>	27.4 <sup>c</sup>	12.4 <sup>a</sup>
50.50	2.4 <sup>c</sup>	0.38 <sup>c</sup>	2.8 <sup>b</sup>	0.9 <sup>c</sup>	164.8 <sup>c</sup>	39.6 <sup>c</sup>	29.2 <sup>b</sup>	11.8 <sup>a</sup>
25.75	2.7 <sup>b</sup>	0.40 <sup>b</sup>	2.6 <sup>c</sup>	0.8 <sup>c</sup>	171.3 <sup>b</sup>	41.4 <sup>b</sup>	30.9 <sup>ab</sup>	10.7 <sup>b</sup>
0.100	2.8 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	2.3 <sup>d</sup>	0.8 <sup>c</sup>	180.3 <sup>a</sup>	43.2 <sup>a</sup>	31.8 <sup>a</sup>	9.7 <sup>c</sup>

Chl: Chlorophyll.

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر شوری روی غلظت عناصر غذایی و غلظت کلروفیل  
 Table 5. Comparison of means of the effect of salinity on the concentration of nutrients and chlorophyll content

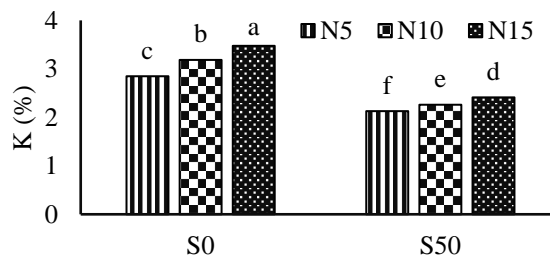
Salinity	%				mg kg <sup>-1</sup>			Chl mg g <sup>-1</sup>
	N	P	K	Na	Fe	Zn	Cu	
0 mM	2.9 <sup>a</sup>	0.4 <sup>a</sup>	3.2 <sup>a</sup>	0.3 <sup>b</sup>	173.4 <sup>a</sup>	41.1 <sup>a</sup>	30.8 <sup>a</sup>	11.9 <sup>a</sup>
50 mM	2.1 <sup>b</sup>	0.3 <sup>b</sup>	2.3 <sup>b</sup>	1.6 <sup>a</sup>	156.5 <sup>b</sup>	37.3 <sup>b</sup>	27.1 <sup>b</sup>	10.9 <sup>b</sup>

ریشه، انتقال آن از ریشه به شاخساره و جابجایی دوباره فسفر از برگ‌های پیر به جوان می‌شود، که احتمالاً به دلیل کاهش حرکت فسفر ذخیره‌شده در واکوئل‌ها است (Martinez *et al.*, 1996). با افزایش شوری در محلول غذایی جذب عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر در زیتون کاهش یافت (Behbahani *et al.*, 2015).

#### پتاسیم

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن و شوری و اثر متقابل نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و شوری بر جذب پتاسیم معنی‌دار شد. (جدول ۲). نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که بیشترین میزان عنصر پتاسیم در سطح نیتروژن ۱۵ میلی‌مولار و شرایط غیر شور و کمترین از سطح نیتروژن ۵ میلی‌مولار و شرایط شور به‌دست آمد به‌طوری‌که با افزایش سطح نیتروژن و کاهش شوری میزان پتاسیم گیاه افزایش یافت (شکل ۲).

در مقایسه بین نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم بر غلظت فسفر در گیاه آویشن دنايي، نتایج نشان داد با افزایش آمونیوم در محلول غذایی غلظت فسفر افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین درصد فسفر از نسبت ۱۰۰٪ آمونیوم و کمترین از نسبت ۱۰٪ نیترات به‌دست آمد (جدول ۴). حل‌پذیری فسفات در خاک و یا کشت بدون خاک بر اثر تراوش‌های خالص پروتون به‌وسیله ریشه گیاه وقتی که با نیتروژن آمونیومی تغذیه می‌شود، افزایش می‌یابد (Marschener, 1995). اسیماکوپولو (Assimakopoulou, 2006) گزارش کرد با افزایش آمونیوم در محلول غذایی جذب فسفر به‌وسیله اسفناج افزایش می‌یابد. افزایش غلظت آمونیوم از ۲/۵ به ۵/۰ میلی‌مولار موجب افزایش معنی‌دار جذب فسفر برگ گل رز شد (Banijamal & Bayat, 2014). در مقایسه بین سطوح شوری روی غلظت فسفر نتایج نشان داد شوری باعث کاهش غلظت فسفر در گیاه شد، بیشترین درصد فسفر در شرایط غیر شور و کمترین در شرایط شور به‌دست آمد (جدول ۵). شوری مانع جذب فسفر توسط

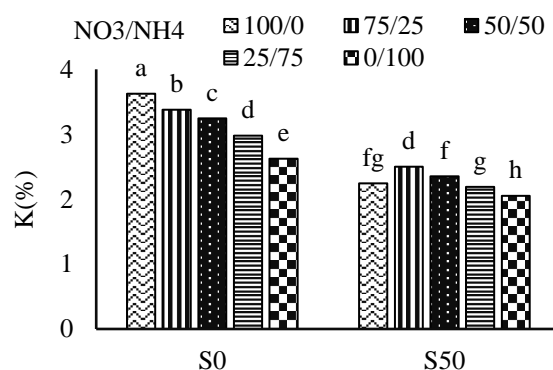


شکل ۲- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش بین نیتروژن و شوری بر درصد پتاسیم

Figure 2. Comparison of means of the effect of interaction between nitrogen and salinity on the percentage potassium

جذب پتاسیم تأثیر گذارد و نتایج حاصل از این تحقیق را نیز تأیید می‌کند که با افزایش مصرف کود نیتروژن درصد پتاسیم افزایش یافت. نتایج نشان داد با افزایش نیترات در محیط کشت غلظت پتاسیم افزایش می‌یابد، بیشترین درصد پتاسیم در تیمار ۱۰۰ درصد نیترات و شرایط غیر شور و کمترین از تیمار ۱۰۰ درصد آمونیوم و شرایط شور به دست آمد (شکل ۳).

افزایش جذب پتاسیم رابطه مستقیمی با افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه دارد که خود وابسته به جذب نیتروژن در گیاه است (Khamadi *et al.*, 2015). با افزایش میزان نیتروژن در محلول غذایی از ۲۳۸ به ۳۱۰ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر غلظت پتاسیم در میوه خیار افزایش یافت (Beigi *et al.*, 2011). علیزاده و همکاران (Alizadeh *et al.*, 2008) بیان کردند عنصر نیتروژن می‌تواند بر روی



شکل ۳- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش بین نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و شوری بر درصد پتاسیم

Figure 3. Comparison of means of the effect of interaction between different ratios of nitrate to ammonium and salinity on the percentage potassium

برگ کاهش معنی‌داری را نشان داد. این کاهش می‌تواند به علت برهمکنش منفی بین آمونیوم و پتاسیم باشد (Rothstein & Cregg, 2005).

#### سدیم

با توجه به نتایج به دست آمده اثر متقابل نیتروژن و شوری و اثر متقابل نسبت نیترات به آمونیوم و شوری بر درصد سدیم معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر متقابل نیتروژن و شوری نشان داد که با افزایش نیتروژن در محیط کشت میزان سدیم کاهش می‌یابد طوری که بیشترین درصد سدیم از تیمار ۵ میلی‌مولار نیتروژن و شرایط شور و کمترین از تیمار ۱۵ میلی‌مولار نیتروژن و شرایط غیر شور به دست آمد (شکل ۴).

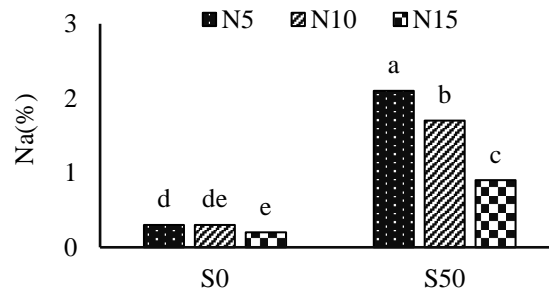
افزایش میزان نیتروژن باعث کاهش غلظت سدیم می‌شود که ممکن است به علت افزایش در دسترس بودن نیتروژن باشد (Ashraf *et al.*, 2008). گومز و همکاران (Gomez *et al.*, 1996) بیان کردند که مصرف نیتروژن باعث کاهش غلظت سدیم در فلفل شیرین می‌شود. شوری باعث افزایش غلظت یون‌های سمی به‌ویژه سدیم در محیط

به‌علت هم‌اندازه بودن یون هیدراته پتاسیم و آمونیوم بین جذب این دو یون که در ریشه از مکان‌های یکسانی صورت می‌گیرد رقابت منفی ایجاد می‌شود به طوری که با افزایش آمونیوم مقدار پتاسیم کاهش می‌یابد (Marschener, 1995). نجفی و همکاران (Najafi *et al.*, 2010) بیان کردند با افزایش آمونیوم در محلول غذایی غلظت پتاسیم در اندام‌های هوایی اسفناج کاهش می‌یابد. تغذیه با آمونیوم در مقایسه با نیترات سبب کاهش غلظت پتاسیم اندام‌های هوایی اسفناج و کاهوشد (Roosta, 2010). بنی - جمال و بیات (Banijamal & Bayat, 2014)، در گل رز به این نتیجه رسیدند که با افزایش آمونیوم در محلول غذایی غلظت پتاسیم کاهش یافت. اثر بازدارنده آمونیوم بر جذب پتاسیم در گزارش (Rothstein & Cregg, 2005) آمده است. افزایش شوری در محلول غذایی باعث کاهش جذب عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر می‌شود (Behbahani *et al.*, 2015). بای‌وردی و همکاران (Bybordi *et al.*, 2011)، با افزایش شوری از میزان پتاسیم برگ به‌طور معنی‌داری کاسته شد. همچنین با افزایش استفاده از فرم آمونیومی نیتروژن میزان پتاسیم



می‌پذیرد (Marschener, 1995). افزایش شوری در محلول غذایی باعث کاهش جذب عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر و نیز کاهش نسبت پتاسیم به سدیم و افزایش جذب عنصر سدیم در زیتون شد (Behbahani et al., 2015).

ریشه می‌شود که باعث افزایش جذب سدیم توسط گیاه می‌شود، غلظت بالای نمک باعث افزایش خسارت به غشای سلولی می‌شود که پیامد آن کاهش کارایی مکانیسم‌های کنترل‌کننده ورود و خروج یون به سلول است و در نتیجه با توجه به غلظت بالای سدیم در محیط کشت انتقال سدیم به درون گیاه با شدت بیشتری صورت

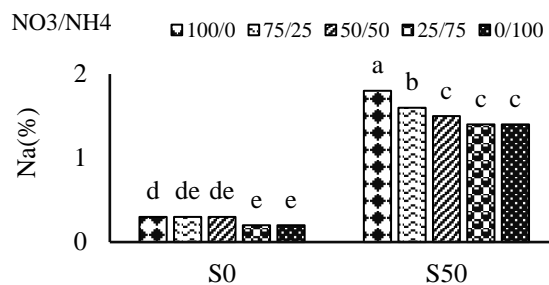


شکل ۴- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش بین نیتروژن و شوری بر درصد سدیم

Figure 4. Comparison of means of the effect of interaction between nitrogen and salinity on the percentage sodium

نیترات و شرایط شور و کمترین از تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد آمونیوم و محیط غیر شور به دست آمد (شکل ۵).

نتایج نشان داد که با افزایش آمونیوم غلظت سدیم کاهش می‌یابد، بیشترین درصد سدیم از تیمار ۱۰۰ درصد



شکل ۵- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش بین نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و شوری بر درصد سدیم

Figure 5. Comparison of means of the effect of interaction between different ratios of nitrate to ammonium and salinity on the percentage sodium

#### عناصر آهن، مس و روی

نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که فقط اثر متقابل نیتروژن و شوری بر میزان روی و اثر اصلی سطوح نیتروژن، نسبت نیترات به آمونیوم و شوری بر میزان آهن، روی و مس معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که با افزایش نیتروژن مصرفی غلظت روی در بافت گیاهی افزایش می‌یابد که بیشترین غلظت روی از تیمار ۱۵ میلی‌مولار نیتروژن و شرایط غیر شور و کمترین از تیمار ۵ میلی‌مولار نیتروژن و شرایط شوری به دست آمد (شکل ۶).

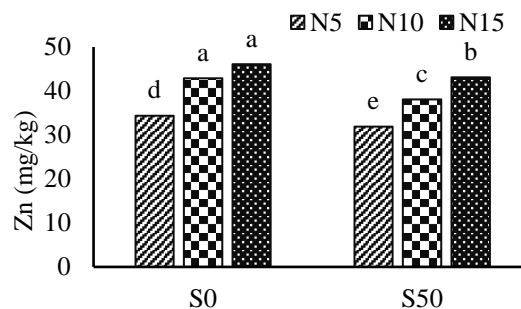
با افزایش آمونیوم غلظت سدیم کم می‌شود، این امر ناشی از برهمکنش منفی بین آمونیوم و سدیم می‌باشد (Bybordi et al., 2010). اثر ضدیت<sup>۱</sup> بین آمونیوم و سدیم کلزا (Bybordi et al., 2011) گزارش شده است. تغذیه با آمونیوم نسبت به نیترات غلظت سدیم را در ریشه‌ها و اندام‌های هوایی اسفناج و کاهو کاهش داد (Roosta, 2010). افزایش شوری در محلول غذایی باعث کاهش نسبت پتاسیم به سدیم و افزایش جذب عنصر سدیم می‌شود (Behbahani et al., 2015).

1. Antagonism



نیترژن میزان آهن، مس و روی دانه گندم را افزایش می‌دهد (Shi *et al.*, 2010). همچنین با افزایش آمونیوم در محیط کشت غلظت عناصر آهن، مس و روی افزایش می‌یابد (جدول ۴). با وجود اینکه جذب عناصر کم‌مصرف مانند آهن، روی و مس به صورت کاتیون می‌باشد، ولی الگوی جذب آن‌ها توسط گیاه متفاوت از کاتیون‌های عناصر پرمصرف مانند پتاسیم، کلسیم و منیزیم بوده و افزایش نسبت آمونیوم به نیترات به علت کاهش pH محلول غذایی اطراف ریشه می‌تواند موجب افزایش جذب عناصر کم‌مصرف توسط گیاه شود (Assimakopoulou, 2006). غلظت آهن، مس در اندام‌های هوایی خربزه (Na *et al.*, 2014) با افزایش آمونیوم افزایش یافت. همچنین نجفی و همکاران (Najafi *et al.*, 2010) بیان کردند که با افزایش آمونیوم در محلول غذایی غلظت آهن، روی و مس در اندام‌های هوایی اسفناج افزایش می‌یابد. بیشترین غلظت آهن و مس در شرایط غیر شور به دست آمد و شوری باعث شد میزان عناصر آهن و مس کاهش یابد (جدول ۵). علت کاهش جذب عناصر کم‌مصرف در شرایط شور می‌تواند ناشی از جذب بیشتر عناصری مانند سدیم، منیزیم و کلسیم باشد (Mirnia *et al.*, 2001). ملکوتی و همکاران (Malakooti *et al.*, 2003) گزارش دادند که اثر شوری بر غلظت آهن بخش هوایی بسته به نوع گیاه متفاوت بود به طوری که با افزایش سطح شوری، غلظت آهن بخش هوایی نخود، گوجه‌فرنگی، سویا، کدو، لوبیا و برنج افزایش ولی غلظت آهن بخش هوایی جو، ذرت، بادام‌زمینی و خیار کاهش یافت. انجوم (Anjum, 2008) گزارش کرد که غلظت عناصر کم‌مصرف آهن، روی و مس در برگ و ریشه مرکبات با افزایش سطوح شوری (۸۰ میلی‌مولار) کاهش یافت.

نتایج نشان می‌دهد که نیترژن می‌تواند قابلیت استفاده روی را از دو راه امکان‌پذیر سازد، با افزایش تشکیل پروتئین بعد از افزودن کود نیترژن که می‌تواند منجر به نگهداری روی در ریشه‌ها به صورت کمپلکس روی-پروتئین و انتقال در گیاه شود. برخی از پژوهشگران بر این باورند از اثر افزایش نیترژن افزایش جذب کاتیون‌ها می‌باشد، بنابراین جذب نیترژن توسط گیاه یک افزایش نسبی در میزان جذب سایر عناصر غذایی در گیاه به وجود می‌آورد (Marschener, 1995). در تحقیقی اثر کاربرد سطوح مختلف غلظت نیترژن (۰، ۱۳۰، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) را بر غلظت و جذب عنصر روی بررسی کردند و عنوان کردند که با افزایش کود نیترژن غلظت عنصر روی دانه گندم را افزایش می‌یابد (Shi *et al.*, 2010). یولداس و همکاران (Yoldas *et al.*, 2008)، گزارش نمودند که افزایش سطوح نیترژن باعث افزایش روی برگ کلم بروکلی گردید. انجوم (Anjum, 2008) گزارش کرد که غلظت عناصر کم‌مصرف آهن، روی و مس در برگ و ریشه مرکبات با افزایش سطوح شوری (۸۰ میلی‌مولار) کاهش می‌یابد. مقایسات میانگین نشان داد با افزایش نیترژن مصرفی غلظت عناصر آهن و مس افزایش یافت، بیشترین میزان آهن و مس در ۱۵ میلی‌مولار نیترژن به دست آمد (جدول ۳) که این‌گونه می‌توان توجیه کرد در اثر کاهش میزان نیترژن سطح آنزیم‌های انتقال‌دهنده عناصر میکرو و کلات‌هایی مثل نیکوتین‌آمید که در انتقال آهن و سایر عناصر میکرو در گیاه نقش دارند کاهش پیدا می‌کند (Marschener, 1995). در تحقیقی اثر کاربرد سطوح مختلف نیترژن (۰، ۱۳۰، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) را بر غلظت و جذب عناصر ریزمغذی (آهن، مس و روی) بررسی کردند و عنوان کردند که کاربرد کود



شکل ۶- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش بین نیترژن و شوری بر درصد روی

Figure 6. Comparison of means of the effect of interaction between nitrogen and salinity on the zinc concentration

به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با نسبت ۵۰:۵۰ نیترات به آمونیوم نشان نداد (جدول ۴). ژو و همکاران (Zhu et al., 2014)، در آزمایشی تأثیر نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم را بر روی در پرونلا باغی در شرایط پدروپونیک (*Prunella vulgaris*) انجام داده و گزارش کردند بیشترین مقدار کلروفیل از نسبت ۲۵:۷۵ نیترات به آمونیوم و کمترین مقدار از نسبت ۱۰۰:۰ نیترات به آمونیوم به دست آمد.

مقایسات میانگین در شرایط شور و غیر شور نشان داد که شوری باعث کاهش غلظت کلروفیل شد و بیشترین غلظت کلروفیل در شرایط غیر شور به دست آمد (جدول ۵). تجمع مقادیر زیاد سدیم در بافت‌های گیاه از جمله عوامل مؤثر در تخریب رنگدانه‌های فتوسنتزی، نکرور برگ و کاهش فتوسنتز گزارش شده است (Tester & Davenport, 2003). عزیزپور و همکاران (Azizpour et al., 2010) نیز با مطالعه تأثیر شوری بر دو ژنوتیپ گندم بهاره گزارش کردند میزان کلروفیل با افزایش شوری کاهش یافت.

بررسی همبستگی بین صفات (جدول ۷) نشان داد که یک رابطه مثبت و معنی‌داری بین غلظت کلروفیل و غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر و روی و رابطه منفی و معنی‌داری بین غلظت کلروفیل و سدیم وجود دارد. بیشترین همبستگی بین غلظت کلروفیل با پتاسیم وجود داشت. همبستگی مثبت و بسیار معناداری بین فتوسنتز و کلروفیل و نسبت پتاسیم به سدیم برگ مشاهده شد (Behbahani et al., 2015).

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم بر غلظت کلروفیل، درصد و عملکرد اسانس

### کلروفیل

نتایج نشان داد اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن، نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و شوری بر غلظت کلروفیل غیر معنی‌دار ولی اثر اصلی سطوح نیتروژن، نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و شوری بر غلظت کلروفیل معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسات میانگین نشان داد با افزایش سطح نیتروژن مصرفی غلظت کلروفیل کل در گیاه افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان غلظت کلروفیل در ۱۵ میلی‌مولار نیتروژن و کمترین در ۵ میلی‌مولار به دست آمد (جدول ۳). در ساختمان کلروفیل نیتروژن به کاررفته، به طوری که هر مولکول کلروفیل دارای چهار اتم نیتروژن است. بنابراین با افزایش مصرف نیتروژن، میزان کلروفیل در گیاه افزایش می‌یابد، کلروفیل در سبزیسه<sup>۱</sup> بدون حضور نیتروژن یا کمبود آن، قادر به سنتز نبوده و فعالیت‌های فتوسنتز و کلروفیل متوقف می‌گردد و این از علائم کمبود نیتروژن است به طوری که افزودن نیتروژن میزان کلروفیل را افزایش می‌دهد (Marschener, 1995). بیگی و همکاران (Beigi et al., 2011) بیان کردند با افزایش نیتروژن از ۲۳۸ به ۳۱۰ میلی‌گرم در لیتر کلروفیل در خیار افزایش یافت. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد با افزایش نیترات در محلول غذایی غلظت کلروفیل افزایش می‌یابد بیشترین غلظت کلروفیل از نسبت‌های ۰:۱۰۰ و ۲۵:۷۵ نیترات به آمونیوم

جدول ۷- ضریب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده

Table 7. The correlation coefficient between measured traits

Oil Conc.	Oil cont. mg pot <sup>-1</sup>	Chl mg g <sup>-1</sup>	N	P	K	Na	Fe	Zn	Cu
			%				mg kg <sup>-1</sup>		
Oil Conc.	1								
Oil Cont.(mg pot <sup>-1</sup> )	.965**	1							
Chl (mg g <sup>-1</sup> )	.694**	.667**	1						
N %	.749**	.648**	.485**	1					
P%	.589**	.511**	.212*	.808**	1				
K %	.790**	.802**	.616**	.502**	.467**	1			
Na %	-.661**	-.613**	-.400**	-.612**	-.746**	-.720**	1		
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	.416**	.319**	.116	.674**	.787**	.255*	-.677**	1	
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	.601**	.481**	.416**	.882**	.740**	.293**	-.585**	.729**	1
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	.468**	.375**	.200	.713**	.727**	.254*	-.642**	.740**	.765**

Chl: Chlorophyl, Oil cont: Oil content, Oil conc: Oil concentration

1. Chloroplasts

### درصد و عملکرد اسانس

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد تأثیر برهمکنش سطوح مختلف نیتروژن، نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و شوری بر درصد و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. در شرایط عدم تنش شوری بیشترین درصد و عملکرد اسانس از سطح نیتروژن ۱۵ میلی‌مولار به‌دست آمد (جدول ۶). نیتروژن در توسعه و تقسیم سلول‌های جدید حاوی اسانس و بیوسنتز اسانس و مواد مؤثره در گیاهان دارویی نقش اساسی دارد (Heydari & Jahantighi, 2012). با افزایش مصرف نیتروژن میزان و درصد اسانس آویشن باغی (Jabari et al., 2011)، انیسون، گشنیز، بادرنجبویه و آویشن باغی (Habibi et al., 2007) افزایش یافت. در بررسی تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه بر عملکرد و اسانس زیره سبز گزارش شده است که عملکرد و اجزا عملکرد دانه و درصد اسانس به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفت و باعث افزایش پارامترهای ذکرشده گردید و این افزایش به علت افزایش میزان رشد و پیکر رویشی گیاه و همچنین به علت تأثیر نیتروژن در مسیره‌های سنتز اسانس بیان شده است (Azizi et al., 2008).

در سطح نیتروژن ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌مولار بیشترین درصد و عملکرد اسانس گیاه از نسبت ۲۵:۷۵ نیترات به آمونیوم و کمترین از نسبت ۱۰۰:۰ به‌دست آمد (جدول ۶). نتایج حاکی از این مطلب است که با افزایش مصرف نیترات و کاهش مصرف آمونیوم درصد و عملکرد اسانس افزایش معنی‌داری داشت همچنین با افزایش سطوح نیتروژن درصد و عملکرد اسانس افزایش یافت. دلیل افزایش اسانس در نسبت‌های بالای نیترات به این دلیل است که مصرف نیترات نسبت به آمونیوم رشد رویشی را بیشتر افزایش می‌دهد. به‌طور کلی افزایش برگ و سرشاخه‌ها باعث افزایش درصد اسانس می‌شود (Golcz et al., 2006). پژوهش‌های شکفته و همکاران (Shekofte et al., 2015) نشان داد بیشترین درصد اسانس شوید از مصرف ۱۰۰ درصد نیترات و عدم مصرف آمونیوم و کمترین درصد اسانس از مصرف ۱۰۰ درصد آمونیوم و عدم مصرف نیترات به‌دست آمد.

در شرایط تنش شوری بیشترین درصد و عملکرد اسانس از سطح نیتروژن ۱۵ میلی‌مولار و در سطوح مختلف نیتروژن بیشترین درصد و عملکرد اسانس از نسبت ۵۰:۵۰ نیترات به آمونیوم به‌دست آمد (جدول ۶). در شرایط تنش شوری میزان اسانس و عملکرد اسانس نسبت به شرایط غیر شور کاهش یافت. شوری باعث محدود شدن عرضه سیتوکینین از ریشه‌ها به شاخه‌ها و در نتیجه تغییر نسبت بین سیتوکینین و اسید آبسزیک برگ می‌شود احتمالاً این دلیل کاهش عملکرد اسانس می‌باشد (Dow et al., 1981). کاهش درصد و عملکرد اسانس بر اثر شوری توسط (Neffati & Marzouk, 2008) در گشنیز و (Aziza et al., 2008) در سه گونه نعناع، نیز گزارش شده است. بررسی همبستگی بین صفات (جدول ۷) نشان داد که یک رابطه مثبت و معنی‌داری بین درصد و عملکرد اسانس و غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر، آهن، مس و روی و رابطه منفی و معنی‌داری بین درصد و عملکرد اسانس و سدیم وجود داشت. بیشترین همبستگی بین درصد و عملکرد اسانس با عناصر نیتروژن و پتاسیم بود.

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی در رابطه با تیمارهای اعمال‌شده، با افزایش مصرف نیتروژن غلظت عناصر غذایی، غلظت سبزینه، درصد و عملکرد اسانس در گیاه آویشن دناپی افزایش یافت. در نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم، نسبت ۱۰۰:۰ برای جذب بیشتر عناصر غذایی و نسبت ۲۵:۷۵ نیترات به آمونیوم برای افزایش درصد و عملکرد اسانس مناسب بود. شوری جذب عناصر غذایی، درصد و عملکرد اسانس را کاهش می‌دهد و بدین لحاظ شرایط شوری برای این گیاه مناسب نیست. می‌توان نتیجه‌گیری کرد میزان نیتروژن و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و شوری فاکتور تأثیرگذار برای غلظت عناصر غذایی و عملکرد اسانس است. لذا توصیه در کاشت این گیاه در شرایط گلخانه‌ای از سطوح بالای نیتروژن و شرایط غیر شور استفاده گردد.

## References

- Alizadeh A., Majidi A., and Noor Mohammadi G. 2008. Effect of Drought Stress and Nitrogen Level on Adsorption of Food Elements in Corn 704. *Research in Agricultural Science*, 1: 59-51.
- Ashraf M. Y., Hussain F., Akhter J., Gul A. T. T. I. Y. A., Ross M., and Ebert GEORG. 2008. Effect of different sources and rates of nitrogen and supra optimal level of potassium fertilization on growth, yield and nutrient uptake by sugarcane grown under saline conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 40(4): 1521-1531.
- Assimakopoulou A. 2006. Effect of iron supply and nitrogen form on growth, nutritional status and ferric reducing activity of spinach in nutrient solution culture. *Scientia Horticulturae*, 110(1): 21-29.
- Aziza E.E., Al-Amier H., and Craker L.E. 2008. Influence of salt stress on growth and essential oil production in peppermint, pennyroyal, and apple mint. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 14(1-2): 77-87.
- Azizi K.H., Amini M., Sabouri B., And Shabani G.h. 2008. Effect of Different Levels of Nitrogen Fertilizer and Plant Density on Quantitative and Qualitative Cumin Function in Lorestan. *10<sup>th</sup> Congress of Agronomy and Plant Breeding*, Tehran, Abu Aryan University Campus, Tehran University, 772p.
- Azizpour K., Shakiba MR., Khosh Kolgh Sima NA., Alyari H., Moghaddam M., Esfandiari E., and Pessaraki M. 2010. Physiological response of spring durum wheat genotypes to salinity. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 36: 859-873.
- Banijamal S.M., and Bayat H. 2014. Effect of Different Ammonium and Calcium Different Dosages on Nutritional Status, Rosa Hybrida L. Performance and Quality in Hydroponic System. *Journal of Greenhouse Cultivation Science and Technology*. 4(1): 29-38. (In Persian)
- Behbahani F., Rabiei V., and Taheri M., 2015. Effect of nitrate to ammonium partial replacement on some physiological parameters and absorption of highly consumed elements of two olive cultivars in salty conditions. *Iranian Journal of Horticulture*. 46(1): 50-41. (In Persian)
- Beigi S., Golchin A., and Shafiei S. 2011. The effects of different levels of nitrogen and molybdenum in nutrient solution on quantitative and qualitative traits and nitrate concentration of cucumber in hydroponic culture ejcst. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 2(2): 37-49. (In Persian).
- Bybordi A. 2011. Effect of different ratios of nitrate and ammonium on seed yield, oil yield, physiological attributes and fatty acid composition of canola under conditions of salt stress. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9(3,4): 109-112.
- Bybordi A., Tabatabaei S.J., and Ahmadov A. 2010. The influence of salinity stress on antioxidant activity in canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(1):122-127.
- Chen W., Hou Z., Wu L., Liang Y., and Wei C. 2010. Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. *Plant and Soil*, 326(1-2): 61-73.
- Delshad M., Babalar M., and Kashi A.K. 2000. Effect of  $\text{NH}_4/\text{NH}_4^+ \text{NO}_3$  ratio of nutrient solutions on greenhouse tomato cultivars in hydroponic systems. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 31(3): 613-625. (In Persian)
- Dow A.I., Horning E.V., and Cline T.A. 1981. Salt tolerance studies on irrigated mint. Washington State University Agricultural Research Center. pp. 906-911
- Golcz A., Politycka B., and Seidler-Lozykowska K. 2006. Effect of nitrogen fertilization and stage of plant development on the mass and quality of sweet basil leaves (*Ocimum basilicum* L.). *Herba Polonica* (Poland). 52(1/2): 22-30
- Gomez I., Pedreño J.N., Moral R., Iborra M.R., Palacios G. and Mataix J. 1996. Salinity and nitrogen fertilization affecting the macronutrient content and yield of sweet pepper plants. *Journal of Plant Nutrition*, 19(2):353-359.
- Habibi H., Mazaheri D., Majnonhosseini N., Chachichi M.R., Tabatabayi M., and Bigdeli M. 2007. Evaluation of the Effect of Organic (Biological) and Nitrogenous (Urea) Sources on yield and amount of secondary metabolites of two species of wild thyme (*Thymus* spp.) PhD dissertation, Faculty of Agriculture, Department of Agriculture. University of Tehran, (In Persian)
- Heydari M., and Jahantighi H. 2012. Effect of drought stress and nitrogen fertilizer on yield, yield components, essential oil, and thymokinone levels of *Nigella sativa*. *Journal of Environmental Tensions in Crop Science*, 5(1): 33-40. (In Persian)

- Hoagland, D.R. and Arnon, D.S., 1950. The water culture method for growing plants without soil. *California Agriculture*, 374: 1-32.
- Ikeda H., and Osawa T. 1983. Effects of ratios of  $\text{NO}_3:\text{NH}_4$  and concentrations of each N source in the nutrient solution on growth and leaf N constituents of vegetable crops and solution pH. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 52: 363-380.
- Irshad M., Yamamoto S., Eneji A.E., Endo T., and Honna T. 2002. Urea and manure effect on growth and mineral contents of maize under saline conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 25(1): 189-200.
- Jabari R., Dehaghi M.A., Sanavi A.M.M., and Agahi K. 2011. Nitrogen and iron fertilization methods affecting essential oil and chemical composition of thyme (*Thymus vulgaris* L.) medical plant. *Advances in Environmental Biology*, 433-439. (In Persian)
- Jahanbazigojani H., Hoseyninas S.M., Saghebalebi K.H., and Hojati S.M. 2015. *Journal of Plant Research*. 27(5): 777-787. (In Persian)
- Khalaj M.A., and Edrisi B. 2013. Effect of nitrogen and plant density on nutrient uptake and quantitative and qualitative characteristics of Marijuana cultivar (*Polianthes tuberosa* L. Double). *Journal of Horticultural Science* 27(1): 59-66. (In Persian)
- Khamadi F.M., Mesgarbashi P., Hasibi M., Farzaneh N. 2015. Influence of crop residue and nitrogen levels on nutrient content in grain wheat. *Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi)*, 108: 158-166. (In Persian)
- Malakooti J., keshavarz P., Saadat S., and Kholdabrin B. 2003. Nutrition of plants under saline conditions. Sena Publications, Tehran. (In Persian), 246p.
- Malakooti M. 2000. Balanced nutrition of wheat, the way to self-sufficiency and community health. Articles Collections, Publication of Agricultural Education. Karaj. (In Persian), 538p.
- Marschener H, 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd edition, Academic Press, London.
- Martinez V., Bernstein N., and Lauchli A. 1996. Salt-induced inhibition of phosphorus transport in lettuce plants. *Physiologia Plantarum*, 97: 118-122.
- Mirnia S.G., Modaressi S.M.A., and Piri T. 2001. Effect of different level of nitrogen on growth and development of corn root. *Journal of Soil and Water Science*, 5: 24-31
- Na L., Li Z., Xiangxiang M., Ara N., Jinghua Y., and Mingfang Z., 2014. Effect of nitrate/ammonium ratios on growth, root morphology and nutrient elements uptake of watermelon (*Citrullus lanatus*) seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 37(11): 1859-1872.
- Najafi N., Parsazadeh M., Tabatabaei S.J., and Oustan S. 2010. Effect of nitrogen form and pH of nutrient solution on the uptake of Fe, Zn, Cu and Mn by spinach plant in hydroponic culture. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 41(2): 283-295.
- Najafi N., Parsazadeh M., Tabatabaei S.J., and Oustan S. 2010. Effect of nitrogen form and pH of nutrient solution on the uptake and concentration of potassium, calcium, magnesium and sodium in root and shoot of spinach plant. *Water and Soil Science-University of Tabriz*, 20(2): 111-130.
- Neffati M., and Marzouk B. 2008. Changes in essential oil and fatty acid composition in coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves under saline conditions. *Industrial Crops and Products*, 28(2): 137-142.
- Nikrazm R, Alizadeh Ajirlou S, Khaligy A, Tabatabaei S.J. 2011. Effects of different media on vegetative growth of two liliun cultivars in soilless culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 2(6): 1-9.
- Rajiv K., and Misra R.L. 2011. Studies on nitrogen application in combination with phosphorus or potassium on *Gladiolus* cv. Jester Gold. *Indian Journal Horticultural*, 68 (4): 535-539.
- Roosta H. 2010. The comparison of ammonium or nitrate-grown lettuce and spinach in a hydroponic system. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*. 1 (1):57-64. (In Persian)
- Rostami Hir M., Galeshi S., Soltani A., and Zeynali A. 2004. Effect of sodium chloride salinity on biological growth and stabilization in 11 soybean cultivars. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*. 11(2): 136-127. (In Persian)
- Rothstein D.E., and Cregg B.M. 2005. Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiology of Fraser fir (*Abies fraseri*). *Forest Ecology and Management*, 219 (1): 69-80.
- Shekofte H., Salari N., and Abdi S. 2015. Effect of different ratios of nitrate to ammonium and superabsorbent polymer on the yield of the medicinal plant (*Anethum graveolens* L). *Two Chapters on Plant Production Technology*, 7(2): 55-68. (In Persian)



- Shi R., Zhang Y., Chen X., Sun Q., Zhang F., Rcemheld V., and Zou C. 2010. Influence of long-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*, 51: 165–170.
- Stahl-Biskup E., and Saez F. 2002. Thyme. First Edition. Taylor and Francis. England.
- Tester M., and Davenport R. 2003. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Annals of botany*, 91(5): 503-527.
- Valentine, A.J., Osborne B.A., and Mitchell D.T. 2002. Form of inorganic nitrogen influences mycorrhizal colonization and photosynthesis of cucumber. *Scientia Horticulturae*, 92: 229-239.
- Yoldas F., Ceylan S., Yagmur B., and Mordogan, N. 2008. Effects of nitrogen fertilizer on yield quality and nutrient content in broccoli. *Journal of Plant Nutrition*, 31(7): 1333-1343.
- Zhu Z.B., Yu M.M., Chen Y.H., Guo Q.S., Zhang L.X., Shi H.Z., and Liu L. 2014. Effects of ammonium to nitrate ratio on growth, nitrogen metabolism, photosynthetic efficiency and bioactive phytochemical production of *Prunella vulgaris*. *Pharmaceutical Biology*, 52(12): 1518-1525.

## Effect of Different Levels of Nitrogen and Different Ratios of Nitrate: Ammonium on Chemical Composition and Essential Oil of Denaii Thyme in Saline and non-Saline Conditions

Simin Shahoori<sup>1</sup>, Ebrahim Sepehr<sup>2</sup>, Amir Rahimi<sup>3</sup>

(Received: September 2017

Accepted: February 2018)

### Abstract

In order to study the different levels of nitrogen and different nitrate: ammonium ratios in saline and non-saline conditions on the content of chlorophyll, the amount of nutrients and essential oil of denaii thyme, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with 30 treatments and 3 replications. Nitrogen in three levels (5, 10 and 15 mM), nitrate: ammonium ratios in five levels (100: 0, 75:25, 50:50, 25:75, 0: 100) and salinity in two levels (0 and 50 mM Sodium Chloride) were treated. Results showed that the concentration of nutrients, chlorophyll content and essential oil yield were increased by increasing in nitrogen amount. In terms of different nitrate: ammonium ratios, the concentration of potassium, sodium and chlorophyll content in plant were increased by increasing nitrate ratio, whereas the concentration of nitrogen, phosphorus, iron, copper and zinc in plant tissues were increased by increasing ammonium ratio. Salinity reduced the concentration of nutrients, chlorophyll content and essential oil percentage and increased sodium concentration in plant tissues. The highest percentage and yield of essential oil were obtained from the 75:25 ratio in non- saline conditions and from 50:50 ratio in saline conditions.

**Keywords:** Ammonium, Salinity, Nitrate, Nitrogen

Shahoori S., Sepehr E. and Rahimi A. 2018. Effect of different levels of nitrogen and different ratios of nitrate: ammonium on chemical composition and essential oil of denaii thyme in saline and non-saline conditions. *Applied Soil Research*. 7(2): 29-43.

1. MSc Student, Dept. of Soil science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran

2. Assoc. Prof., Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.

3. Assist. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.

\*Corresponding Author Email: [e.sepehr@urmia.ac.ir](mailto:e.sepehr@urmia.ac.ir)