



نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد ششم، شماره سوم، پاییز ۹۲
۱۰۹-۱۲۴
<http://ejcp.gau.ac.ir>



تأثیر کاربرد نیتروژن و کربنات کلسیم بر تجمع نیترات و عملکرد گیاه دارویی مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.)

حسن مومیوند^۱، *احمد نوش کام^۲، امیر محسنی^۳ و مصباح بابالار^۴

^۱دانشجوی دکتری باغبانی دانشگاه تهران، ^۲دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه تهران،

^۳دانشجوی سابق کارشناسی ارشد خاک شناسی دانشگاه تهران، ^۴استاد دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۱۴

چکیده

به منظور بررسی اثر کود نیتروژن و کربنات کلسیم بر تجمع نیتروژن کل و نیترات در اندام هوایی، غلظت کلسیم در برگ و عملکرد برگ و سرشاخه جوان مرزه رقم ساترن، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۸ در کرج اجرا گردید. کود نیتروژن در ۴ سطح ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کربنات کلسیم در سه سطح ۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار آهک، استفاده شدند. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل نیتروژن کل و نیترات برگ، غلظت کلسیم و وزن خشک برگ و سرشاخه‌های جوان بودند. نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر کربنات کلسیم بر تجمع نیتروژن و غلظت کلسیم ($P < 0/01$) و نیترات برگ ($P < 0/05$) معنی‌دار بود، در حالی که تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ و سرشاخه گلدار نداشت. همچنین اثر کود نیتروژن بر تجمع نیتروژن، نیترات و وزن خشک برگ و سرشاخه گلدار معنی‌دار شد ($P < 0/01$). مقایسه میانگین صفات نشان داد که با افزایش سطوح کربنات کلسیم و کود نیتروژن، تجمع نیتروژن و نیترات در برگ به ترتیب کاهش و افزایش یافت. همچنین وزن خشک برگ و سرشاخه گلدار مرزه نیز با افزایش سطوح کود نیتروژن، افزایش نشان داد. بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، ترکیب تیمار کودی ۵ تن در هکتار کربنات کلسیم (آهک) و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیوم از نظر کاهش تجمع نیترات، افزایش عملکرد مرزه و صرفه اقتصادی، قابل توصیه می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تجمع نیترات، کربنات کلسیم، کودهای نیتروژن، مرزه تابستانه

*مسئول مکاتبه: nooshkama@ut.ac.ir

مقدمه

وجود عناصر غذایی در محلول خاک برای رشد و نمو گیاهان و بالا بردن ارزش غذایی مصرفی انسان ضروری است (فیگوریده و همکاران، ۲۰۰۸). نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی مؤثر در افزایش عملکرد گیاهان به شمار می‌آید. این عنصر در ساختمان اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک، بازهای پورینی، آلکالوئیدها، کلروفیل و غیره وجود دارد. علاوه بر این کمبود نیتروژن منجر به کاهش کارایی فتوسنتز، وزن خشک گیاه، شاخص سطح برگ و میزان پروتئین‌ها و نیز تأخیر در رشد رویشی و زایشی گیاه می‌گردد (دورداس و سیولاس، ۲۰۰۷). میزان نیتروژنی که گیاه نیاز دارد تا حد زیادی به نوع گونه و شرایط خاک بستگی دارد. نیتروژن به دو فرم آمونیوم و نترات جذب گیاهان می‌شود که یون نترات منبع غالب آن برای گیاهان در خاک می‌باشد (اینالا و تاراسیگولا، ۲۰۰۱).

نترات از طریق مصرف کودهای شیمیایی و حیوانی و تجزیه بقایای گیاهی و دیگر بقایای آلی در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد. امروزه به دلیل افزایش کاربرد کودهای نیتروژن‌دار مصنوعی غلظت نترات در سبزیجات و آب‌های آشامیدنی به شدت افزایش یافته است (سانتاماریا، ۲۰۰۶). همه نترات موجود در کود مصرفی، جذب گیاهان نمی‌شود بلکه مقدار زیادی از آن از طریق آبشویی و فرسایش خاک سبب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌گردد (مینگچن و همکاران، ۲۰۰۴). به دلیل اثرات سوء نترات بر سلامتی انسان، امروزه توجه زیادی به میزان تجمع نترات در سبزیجات شده است. در واقع تجمع نترات به عنوان یکی از شاخص‌های بیولوژیک کیفی سبزیجات در نظر گرفته می‌شود.

عناصر غذایی دیگر مانند کلسیم، کلر، پتاسیم، فسفر و گوگرد در پدیده تجمع نترات در گیاهان نقش مهمی ایفا می‌کنند. کلسیم نقش مهمی در عملکرد طبیعی دیواره سلولی، رشد بافت‌های مرستمی و برگ‌های جوان و غیره دارد. علاوه بر این تیمارکربنات کلسیم باعث تغییر در واکنش‌های شیمیایی خاک و افزایش pH محیط ریشه می‌شود که تغییرات pH در حلالیت عناصر غذایی در محلول خاک و جذب آن‌ها توسط ریشه گیاه تأثیرگذار است. علاوه بر این کاربرد کربنات کلسیم با بالا بردن منافذ درشت خاک، به بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و میزان رطوبت آن کمک می‌کند (تایلر و اولسون، ۲۰۰۱؛ بیکرو همکاران، ۲۰۰۵؛ راجاسکاران، ۲۰۰۵).

گیاه مرزه متعلق به خانواده نعناع و شامل گونه‌های یک‌ساله و اغلب چندساله است (رشینگر، ۱۹۸۲). مرزه تابستانه به همراه مرزه زمستانه تنها گونه‌های این جنس هستند که به عنوان سبزی، ادویه یا گیاه دارویی کشت می‌شوند (هادیان، ۲۰۰۸). اگرچه گونه‌های وحشی مرزه بومی ایران عمدتاً در

خاک‌های آهکی می‌رویند. مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.) گیاهی علفی، یک‌ساله، دارای ساقه چهارگوش، مستقیم و به ارتفاع ۶۰-۳۰ سانتی‌متر است. برگ‌های گیاه نیزه‌ای شکل، متقابل با دم‌برگ کوتاه می‌باشند. گل‌ها منظم و دوجنسی و میوه‌ها کوچک، کروی و از نوع فندقه هستند (رشینگر، ۱۹۸۲). برگ‌ها و سرشاخه‌های گلدار مرزه تابستانه در طب سنتی با اثرات شناخته شده ضد نفخ، ضد دل درد، ضد انگل، مقوی معده، محرک و خلط‌آور مورد استفاده قرار می‌گیرد (زرگری، ۱۹۹۷).

در ارتباط با اثر کودهای حاوی نیتروژن و کلسیم بر تجمع نترات آزمایشات زیادی انجام شده است. وانگ و شنگسو (۲۰۰۴) گزارش کردند که افزایش کاربرد کود شیمیایی نیتروژن، سبب افزایش محتوای نترات در تمام اندام‌های مصرفی سه گونه کلم (*Brassica pekinensis* L.)، کلم چینی (*B. chinensis* L.) و (*B. campestris* L.) و اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) شد. سیفولا و باربیری (۲۰۰۶) بیان کردند که کاربرد نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد اندام هوایی و وزن تر برگ های سه رقم ریحان شد. بررسی تأثیر نیتروژن بر آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) مشخص کرد که استفاده از این عنصر باعث افزایش رشد رویشی و عملکرد اندام هوایی گیاه گردید (باراناوسکینه و همکاران، ۲۰۰۳). تیلورو همکاران (۱۹۸۲) نیز اثر کود نیتروژن را بر تجمع عناصر معدنی در گیاهان *Solanum*, *Telfaria occidentalis* L., *Cucurbita pepo* L., *Amaranthus caudatus* L., *S. macrocarpon* L. و *aethiopicum* L. بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که کاربرد نیتروژن باعث افزایش تجمع منگنز در هر ۵ گیاه و فسفر در گیاهان *A. caudatus* و *C. pepo* شد، در حالی که تأثیری برتجمع کلسیم، پتاسیم، روی و مس در هیچ یک از گونه‌های مورد مطالعه نداشت. تایلر و اولسون (۲۰۰۱) تأثیر pH و کربنات کلسیم خاک را بر جذب و تجمع عناصر غذایی در گیاه *Agrostis capillaris* بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش pH و سطح CaCO_3 تجمع کلسیم و منیزیم در گیاه افزایش یافت، در حالی که میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز و بر کاهش نشان داد. با توجه به اهمیت نیتروژن و کلسیم در رشد گیاه و تولید متابولیکی آن، انجام یک مطالعه جامع در این زمینه می‌تواند در جهت افزایش عملکرد، کاهش تجمع نترات و بهبود کاربری اراضی مؤثر باشد. بنابراین مطالعه حاضر به‌منظور بررسی تأثیر کود نیتروژن و کربنات کلسیم بر عملکرد پیکر رویشی و تجمع نترات در مرزه تابستانه صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع

طبیعی دانشگاه تهران در کرج، واقع در طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۲۰ متر، انجام شد. نمونه برداری از خاک قبل از آزمایش در عمق ۳۰ سانتی متری انجام گرفت و نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول (۱) آمده است. همچنین شرایط اقلیمی منطقه در طول فصل رویش مرزه نیز در جدول (۲) آمده است.

جدول ۱- خصوصیات خاک محل انجام آزمایش قبل از کشت

۰/۰۹	نیتروژن کل (درصد)
۶۹۶/۰۰	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)
۱۰۴/۰۰	فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)
۶/۲۵	ماده آلی (گرم بر کیلوگرم)
۶/۴۰	اسیدیته (pH)
۱/۲۶	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
۲۲/۶۰	درصد شن
۴۶/۲۰	درصد رس
۳۱/۲۰	درصد لای (سیلت)
۵/۹۰	آهک فعال (درصد)
۴۰۰/۰۰	کلسیم (میلی گرم در کیلوگرم)
۰/۹۳	کربن آلی (درصد)

جدول ۲- شرایط اقلیمی منطقه در طول فصل رشد مرزه

ماه سال	میانگین دمای حداقل (سانتی گراد)	میانگین دمای متوسط (سانتی گراد)	میانگین دمای حداکثر (سانتی گراد)	متوسط بارندگی (میلی متر)	میانگین حداقل رطوبت نسبی (درصد)
تیر	۱۷/۷۴	۲۶/۵۶	۳۵/۳۸	۰	۱۹/۱۶
مرداد	۲۰/۰۶	۲۷/۹۶	۳۵/۸۷	۰/۰۰۳	۱۳/۴۸
شهریور	۱۸/۶۴	۲۵/۸۸	۳۳/۱۲	۰/۰۱۵	۱۷/۵۱
مهر	۱۴/۳۲	۲۳/۱۲	۲۸/۴۸	۰/۱	۲۵/۴۵

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. کود نیتروژن در ۴ سطح ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و کربنات

کلسیم در سه سطح ۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار (آهک) استفاده شد. ۵۰ درصد کود نیتروژن یک هفته پس از انتقال گیاهچه‌ها به مزرعه و مابقی یک ماه بعد از انتقال مورد استفاده قرار گرفت. از نیترات آمونیوم به‌عنوان منبع نیتروژن و جهت تیمار کربنات کلسیم نیز از آهک ساختمانی استفاده شد. به این صورت که ابتدا آهک الک شده و سنگریزه‌ها و مواد نامناسب آن جدا گردید، سپس روی آن آب پاشیده شد تا حرارت و CO_2 آن خارج شود و ۳ ماه قبل از انتقال گیاهچه‌ها به مزرعه کاملاً با خاک مخلوط گردید. در ۱۵ تیر ۱۳۸۸ بذرهای مرزه تابستانه رقم ساترن در گلدان‌های کوچک کشت شدند. در هر گلدان ۳ تا ۴ بذر کشت گردید. گلدان‌های کشت شده در اتاقی با نور کافی قرار گرفتند و هر ۲ روز یک بار آبیاری شدند. ۳ هفته بعد از کشت، گلدان‌ها به هوای آزاد منتقل شدند تا گیاهچه‌ها با شرایط بیرون سازگار شوند.

خاک مزرعه نیز در اردیبهشت ۱۳۸۸ شخم زده شد. بعد از آماده‌سازی زمین ۳۶ کرت به طول و عرض ۲/۱۰ و ۱/۸۰ متر در ۳ بلوک (تکرار)، ایجاد شد. فاصله بین کرت‌ها در هر بلوک یک متر و فاصله دو بلوک ۲ متر در نظر گرفته شد. انتقال گیاهچه‌های مرزه به زمین اصلی ۴ هفته بعد از کشت در گلدان‌ها (اواسط مرداد) صورت گرفت. فاصله بین ردیف‌های کشت ۰/۴۵ متر و فاصله بین گیاهان روی ردیف ۰/۳۵ متر (تراکم ۶/۳۵ گیاه در مترمربع) در نظر گرفته شد.

گیاهچه‌های جوان همراه با خاک گلدان‌ها در چاله‌های ایجاد شده در فواصل معین کشت شدند. پس از انتقال گیاهچه‌ها آبیاری سنگینی صورت گرفت و تا استقرار کامل گیاهان هر ۳ روز یکبار آبیاری انجام شد. پس از آن تا برداشت آن‌ها آبیاری به‌صورت هفته‌ای و به روش غرقابی انجام شد. عمل واکاری نیز در مورد گیاهانی که خشک شده بودند صورت گرفت. عملیات سله‌شکنی و مبارزه با علف‌های هرز در چند مرحله به‌صورت دستی با بیل انجام شد.

سرانجام در اواخر مهرماه اندام هوایی گیاهان برداشت و ابتدا وزن تر تک‌بوته برای هر کرت با میانگین‌گیری از ۸ بوته میانی آن اندازه‌گیری شد. گیاهان برداشت شده در دمای اتاق و در سایه خشک شدند و وزن خشک تک بوته نیز برای هر کرت محاسبه گردید. در انتها برگ‌ها و سرشاخه‌های جوان گیاهان خشک شده، از ساقه‌های خشبی جدا شدند و وزن آن‌ها به‌عنوان عملکرد خالص مرزه برای هر تیمار محاسبه شد.

اندازه‌گیری نیتروژن با استفاده از دستگاه گرهارد و به روش کج‌لدال صورت گرفت. اندازه‌گیری نیترات نیز به روش بروسین (توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۰ نانومتر) انجام شد.

(جنکینز و مدسکن، ۱۹۶۴؛ سینگ، ۱۹۸۸).

تجزیه و تحلیل داده‌ها و تجزیه واریانس آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. برای رسم منحنی از نرم‌افزار Excel استفاده گردید. مقایسه میانگین تیمارها نیز با روش LSD در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

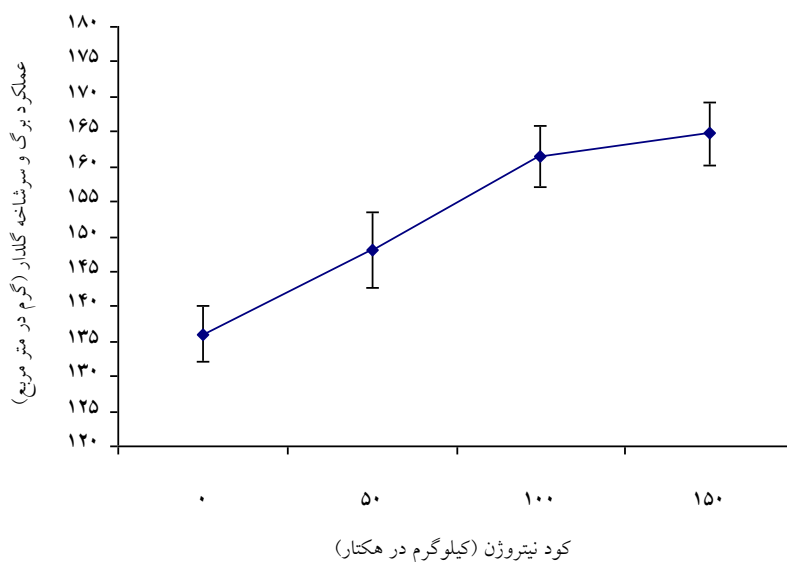
اثر کود نیتروژن و کربنات کلسیم بر وزن خشک برگ و سرشاخه جوان مرزه: بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر وزن خشک برگ‌ها و سرشاخه‌های جوان مرزه داشت ($P < 0.01$) (جدول ۳). با افزایش سطح نیتروژن، وزن خشک برگ‌ها و سرشاخه‌های جوان افزایش یافت به نحوی که بیشترین عملکرد وزن خشک برگ و سرشاخه جوان (۱۶۴/۷۲ گرم در متر مربع) در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین آن (۱۳۵/۹۹ گرم در مترمربع) در تیمار شاهد مشاهده گردید. در حالی‌که اختلاف بین سطح سوم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و چهارم نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در مورد این صفت معنی‌دار نبود (شکل ۱). باران‌اوسکینه و همکاران (۲۰۰۳) به نتایج مشابهی در گیاه آویشن دست یافتند، اما نتایج سیفولا و باربیری (۲۰۰۶) افزایش مداوم عملکرد برگ ریحان با کاربرد کود نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار را نشان داد. بررسی‌های سهرابی و همکاران (۲۰۰۷) در مرزه تابستانه نشان داد که کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌صورت مصرف در خاک به همراه ۴/۵۰ درصد نیتروژن خالص به‌صورت محلول‌پاشی بیش‌ترین عملکرد زیستی، بذر و سرشاخه گلدار را تولید کرد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کربنات کلسیم و اثر متقابل نیتروژن و کربنات کلسیم بر عملکرد برگ و سرشاخه جوان مرزه معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج دورداس (۲۰۰۹) در مرزنجوش مطابقت داشت. در حالی‌که سوپنجانی و همکاران (۲۰۰۵) اثر معنی‌دار کربنات کلسیم بر وزن خشک برگ و سرشاخه جوان *C. Coronarium L.* را گزارش کردند. مطالعه لی و یانگ (۲۰۰۵) نیز نشان داد که کاربرد کربنات کلسیم اثر معنی‌داری بر عملکرد برگ و سرشاخه گلدار *C. boreale L.* داشت. لازم به ذکر است که زمان کاربرد کربنات کلسیم، میزان اولیه کلسیم در خاک مزرعه و شرایط آب و هوایی و خاکی محل آزمایش نیز می‌تواند بر پاسخ گیاه به تیمار کربنات کلسیم تأثیرگذار باشد. اگرچه کاربرد مقادیر زیاد کربنات کلسیم در خاک باعث افزایش میزان کلسیم موجود در محلول خاک می‌گردد و وجود

مقادیر بالای کلسیم در خاک سمیتی برای گیاه ایجاد نمی‌کند، اما ممکن است بر جذب برخی از عناصر غذایی اثر منفی داشته باشد. برای مثال در چنین شرایطی فسفر با کلسیم موجود در محلول خاک ترکیب می‌شود و به شکل فسفات کلسیم رسوب می‌کند (کواگیو و همکاران، ۲۰۰۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نیتروژن و کربنات کلسیم بر رشد و نمو و عملکرد رویشی و مقدار عناصر معدنی (نیتروژن و کلسیم) و تجمع نترات در برگ مرزه رقم ساترن (*S. hortensis cv. Saturn*).

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد برگ و سرشاخه گلدار	نیتروژن	نترات	کلسیم
تکرار	۲	۱۸۱/۸۱۱ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۷۸۵/۶ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}
کربنات کلسیم	۲	۳۵۵/۴۸۹ ^{ns}	۳/۶۷۲ ^{**}	۸۱۴۷۶/۶*	۰/۷۳ ^{**}
کود نیتروژن	۳	۱۵۶۲/۱۲۸ ^{**}	۰/۸۷۹ ^{**}	۱۳۲۶۶۵/۸ ^{**}	۰/۰۷۲ ^{ns}
کربنات کلسیم × کود نیتروژن	۶	۲۴۵/۵۰ ^{ns}	۰/۱۸۳*	۱۴۲۳۹/۸ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{ns}
اشتباه آزمایشی	۲۲	۱۶۱/۰۸۸	۰/۰۵۲	۲۰۵۴۷/۵	۰/۰۲۴

*، ** و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی دار

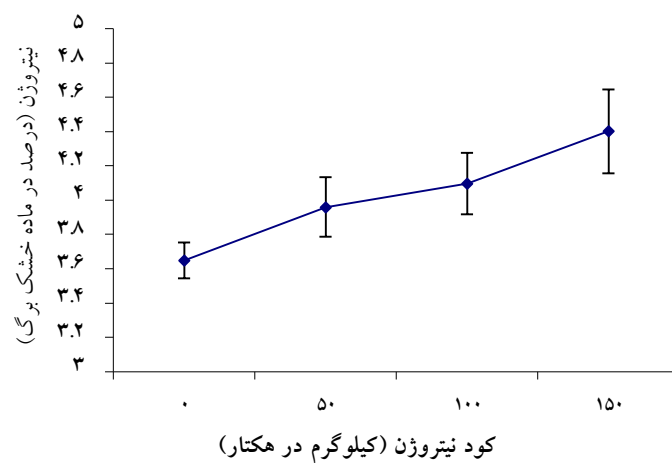


شکل ۱- اثر نیتروژن بر عملکرد خشک برگ و سرشاخه گلدار مرزه رقم ساترن (میانگین \pm خطای استاندارد)

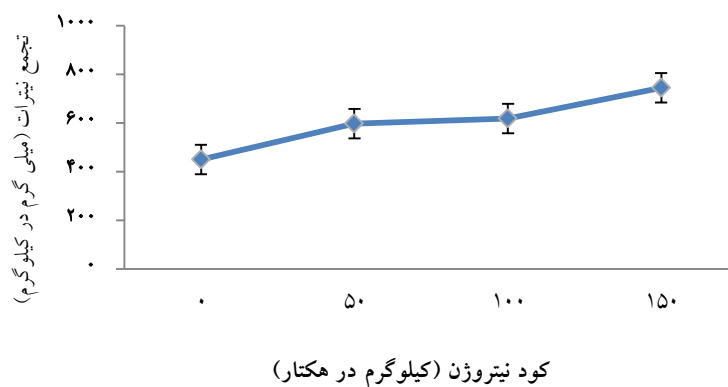
با توجه به نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد که سطح بهینه نیتروژن برای مرزه در شرایط مشابه این پژوهش، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار است و کاربرد مقادیر بالاتر آن تأثیری در افزایش عملکرد زراعی این گیاه ندارد. زمانی که گیاه نیتروژن کافی در اختیار داشته باشد سرعت فتوسنتز افزایش می‌یابد و گیاه را قادر می‌سازد که سریع‌تر رشد نماید و زیست توده بیشتری تولید کند. علاوه بر این کاربرد کود نیتروژن در خاک به جذب بهتر فسفر و پتاسیم نیز کمک می‌کند که در افزایش رشد گیاه تأثیرگذار هستند. اگر چه کاربرد نیتروژن زیاد می‌تواند اثر منفی بر رشد و نمو گیاه داشته باشد. بالا بودن میزان نیتروژن خاک و جذب مقادیر زیاد این عنصر باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های فسفوانول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز می‌گردد که منجر به کاهش میزان فتوسنتز و رشد و نمو گیاه می‌شود (اشرف و همکاران، ۲۰۰۵). این در حالی است که در آزمایش حاضر کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اثر منفی بر رشد و نمو مرزه نداشت.

اثر کود نیتروژن بر میزان نیتروژن کل و نترات و تجمع کلسیم در برگ مرزه: نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مصرف کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر میزان نیتروژن کل برگ و تجمع نترات در برگ‌های مرزه داشت ($P < 0/01$) ولی بر تجمع کلسیم برگ معنی‌دار نبود (جدول ۳). همان‌گونه که قابل پیش‌بینی بود، با افزایش سطح نیتروژن، میزان نیتروژن کل برگ به صورت خطی افزایش یافت، به نحوی که بیشترین میزان نیتروژن کل (۴/۴۰ درصد در برگ خشک) با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم مشاهده شد و کم‌ترین آن (۳/۶۴ درصد در برگ خشک) در تیمار شاهد به دست آمد (شکل ۲). رابطه مستقیم بین نیتروژن برگ و کود نیتروژن مصرفی در مطالعات زیادی مشاهده شده است. دزیدا و جاروس (۲۰۰۶) در یک آزمایش گلخانه‌ای تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و شکل‌های مختلف کود پتاسیم را بر عناصر معدنی مرزه تابستانه مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که مصرف کود نیتروژن تأثیر مثبتی بر ارتفاع بوته و تجمع نیتروژن در برگ‌های گیاه داشت. اشرف و همکاران (۲۰۰۵) در سیاه‌دانه، باراناوسکینه و همکاران (۲۰۰۳) در آویشن باغی و یانگ و همکاران (۲۰۰۵) در *C. coronarium L.* نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. مقایسه میانگین اثر کود نیتروژن بر تجمع نترات نیز نشان داد که با افزایش سطح کود نیتروژن، میزان تجمع نترات در برگ افزایش یافت، به نحوی که بیشترین میزان نترات ($746/50 \text{ mg.kg}^{-1}$ در برگ خشک) با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم مشاهده شد و کم‌ترین آن ($450/30 \text{ mg.kg}^{-1}$ در برگ خشک) در تیمار شاهد به دست آمد (شکل ۳). رابطه مستقیم بین تجمع نترات برگ و کود نیتروژن مصرفی نیز در مطالعات زیادی دیده شده است. اینالا و

تاراسیگولا (۲۰۰۱) در آزمایشی روی پیاز (*Allium cepa* L. var. Radar) نتیجه گرفتند که افزایش مصرف نیتروژن با فرم اوره (نیتراتی) سبب افزایش محتوی نیترات در پیاز شد. همچنین مینگ‌چن و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی روی *B. campestris* L. کلم چینی (*B. chinensis* var. Oleifera) و اسفناج مشاهده کردند که افزایش کاربرد کود نیتروژن با فرم نیتراتی (KNO_3) باعث افزایش غلظت نیترات در تمام اندام‌های گیاهی به جزء ریشه گردید.



شکل ۲- اثر کود نیتروژن بر تجمع نیتروژن در ماده خشک برگ مرزه رقم ساترن (میانگین \pm خطای استاندارد)

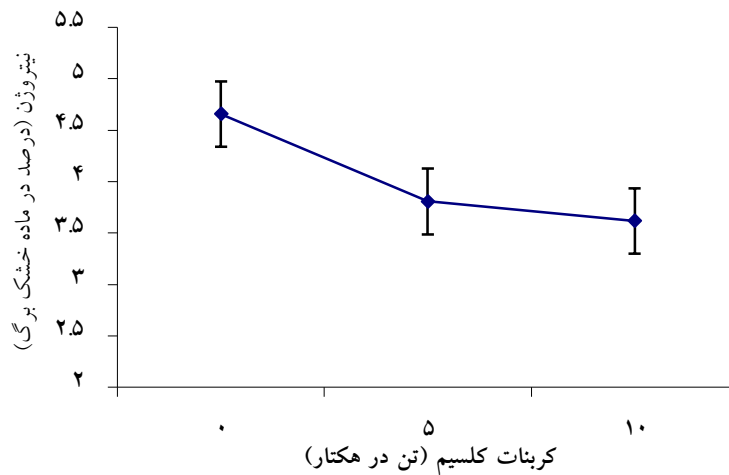


شکل ۳- اثر نیتروژن بر تجمع نیترات در برگ مرزه (میانگین \pm خطای استاندارد)

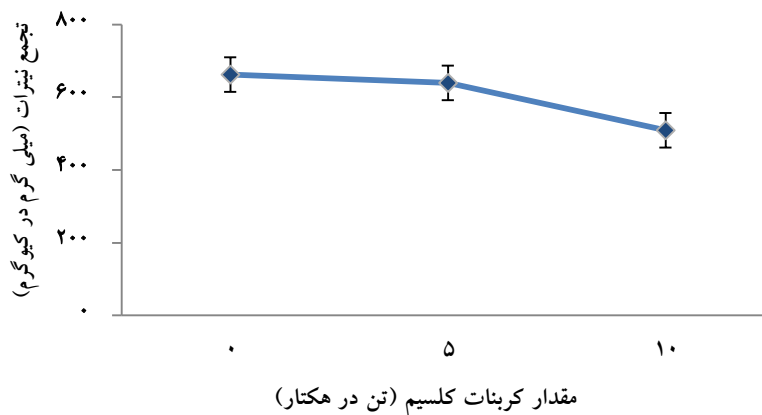
اثر کربنات کلسیم بر میزان نیتروژن کل و نیترات و غلظت کلسیم در برگ مرزه: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اثر کربنات کلسیم ($P < 0/01$) و اثر متقابل نیتروژن و کربنات کلسیم ($P < 0/05$) بر میزان نیتروژن کل برگ‌های مرزه معنی‌دار بود. همچنین تیمار کربنات کلسیم اثر معنی‌داری بر تجمع نیترات ($P < 0/05$) و کلسیم ($P < 0/01$) در برگ‌های گیاه داشت (جدول ۳).

میزان نیتروژن موجود در برگ با افزایش سطوح کربنات کلسیم کاهش یافت به نحوی که کم‌ترین میزان نیتروژن برگ ($3/61$ درصد در برگ خشک) در تیمار ۱۰ تن کربنات کلسیم و بیش‌ترین آن ($4/65$ درصد) در تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۴). علاوه بر این میزان نیترات تجمع یافته در برگ مرزه نیز با افزایش سطوح کربنات کلسیم کاهش نشان داد، به نحوی که کم‌ترین میزان نیترات برگ ($509/60$ میلی‌گرم در هکتار در برگ خشک) در تیمار ۱۰ تن کربنات کلسیم و بیش‌ترین آن ($662/50$ میلی‌گرم در هکتار در برگ خشک) در تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۵). نتایج حاصل از این آزمایش در مورد نیتروژن برگ با نتایج تایلر و اولسون (۲۰۰۱) در *A. capillaris* و سوپنجان‌ی و همکاران (۲۰۰۵) در *C. coronarium* L. مطابقت داشت، اما با نتایج لی و یانگ (۲۰۰۵) در *C. boreale* L. در تضاد بود. تایلروا اولسون (۲۰۰۱) تأثیر pH و کربنات کلسیم خاک را بر جذب و تجمع عناصر غذایی در *A. capillaris* بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش pH و سطح $CaCO_3$ تجمع کلسیم و منیزیم در گیاه افزایش یافت، در حالی که میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز و بر کاهش نشان داد. مقایسه میانگین صفت نیتروژن کل تحت تأثیر متقابل کود نیتروژن و کربنات کلسیم نیز نشان داد که بیشترین میزان نیتروژن ($5/36$ درصد) در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن با عدم کاربرد کربنات کلسیم و کم‌ترین آن ($3/32$ درصد) در تیمار عدم مصرف نیتروژن با کاربرد ۱۰ تن کربنات کلسیم به‌دست آمد (شکل ۶). در ارتباط با اثر کربنات کلسیم بر تجمع و قابلیت در دسترس بودن نیترات می‌توان چنین توجیه کرد که نوسانات pH خاک بر تغییرات نیتروژن در خاک و کارایی استفاده از نیتروژن توسط گیاه تأثیرگذار است. بررسی‌های متعدد نشان داده است که pH بین ۷ تا ۸ محرک فعالیت باکتری‌های مؤثر در نیتریفیکاسیون است و تبدیل آمونیوم به نیترات را تسریع می‌کند. از آن‌جا که pH خاک‌های آهکی غالباً بین ۷ تا ۸ است و با توجه به مطالب ذکر شده، نیتروژنی که به‌صورت آمونیوم به خاک‌های آهکی اضافه می‌شود بسیار سریع‌تر تبدیل به نیترات می‌گردد. نیترات نیز به آسانی آبشویی و از دسترس گیاه خارج می‌شود. بنابراین در خاک آهکی مشکل کمبود نیتروژن نیز برای گیاه به‌وجود می‌آید، که بر کاهش عملکرد محصول تأثیرگذار است (رتستین و کرگ، ۲۰۰۵).

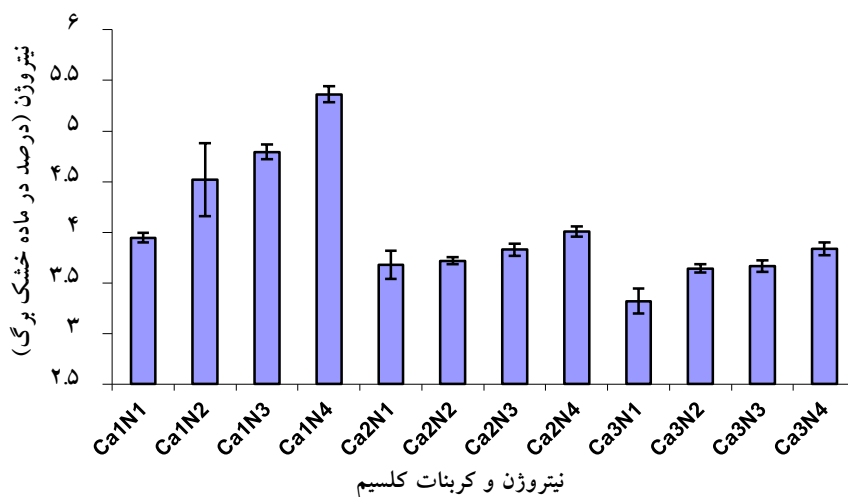
همچنین نتایج نشان داد که با افزایش سطح کربنات کلسیم، میزان کلسیم موجود در برگ به صورت خطی افزایش یافت ($P < 0/01$)، به نحوی که بیشترین میزان کلسیم (۲/۰۷ درصد در برگ خشک) در تیمار ۱۰ تن در هکتار و کمترین آن (۱/۵۷ درصد) در تیمار شاهد به دست آمد (شکل ۷). بنابراین افزایش در میزان کلسیم برگ به احتمال زیاد ناشی از افزایش میزان یون کلسیم در محلول خاک است. نتایج مشابهی نیز توسط تایلر و اولسون (۲۰۰۱) در *A. capillaris* L. لی و یانگ (۲۰۰۵) در *C. boreale* L. و سوپنجانلی و همکاران (۲۰۰۵) در *C. coronarium* L. گزارش شده است.



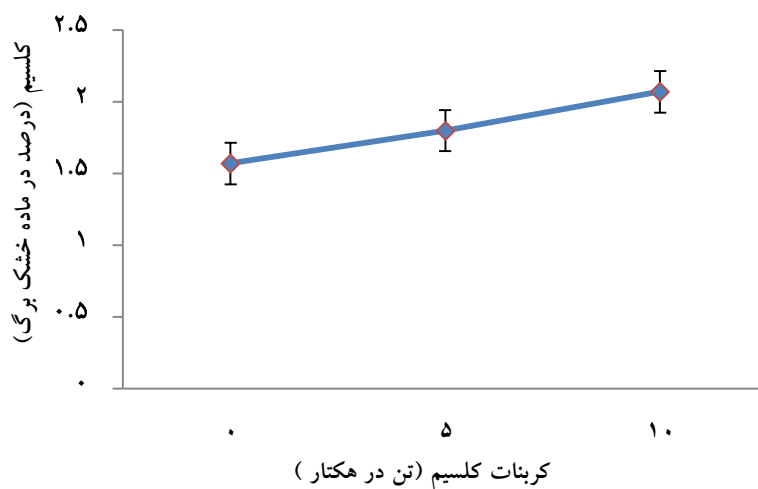
شکل ۴- اثر کربنات کلسیم بر تجمع نیتروژن در ماده خشک برگ مرزه رقم ساترن (میانگین \pm خطای استاندارد)



شکل ۵- اثر کربنات کلسیم بر تجمع نیترات در برگ مرزه (میانگین \pm خطای استاندارد)



شکل ۶- اثرات متقابل سطوح نیتروژن و کربنات کلسیم بر تجمع نیتروژن در برگ مرزه (Ca₁ تا Ca₃ به ترتیب مقادیر ۵، ۱۰ تن در هکتار کربنات کلسیم و N₁ تا N₄ به ترتیب سطوح ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) (میانگین ± خطای استاندارد)



شکل ۷- اثر کربنات کلسیم بر غلظت کلسیم در ماده خشک برگ مرزه (میانگین ± خطای استاندارد)

نتیجه گیری نهایی

امروزه استفاده از کودهای نیتروژن دار در کشت و کار سبزیجات افزایش چشمگیری یافته است که نتیجه آن تجمع نیترات در سبزیجات، آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی و آلودگی اکوسیستم ها است و این امر می تواند برای سلامتی انسان و محیط زیست بسیار خطرناک باشد. بنابراین بشر مجبور است که در مصرف یا عدم مصرف کودهای شیمیایی (با توجه به اثرات مخرب آنها) در کشت و کار سبزیجات و زراعت های دیگر اندکی تفکر کند و اقدامات مفیدی انجام دهد. از جمله این اقدامات می توان به کاربرد کودهای آمونیومی، مخلوط کودهای نیتراتی و آمونیومی، کودهای زیستی، کودهای حیوانی، کاهش سطح کود مصرفی، مصرف در حد نیاز گیاه و تعیین زمان مناسب و روش صحیح مصرف کود اشاره کرد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، کوددهی نیتروژن باعث افزایش میزان نیتروژن، در برگ مرزه شد در حالی که میزان کلسیم، تغییری نکرد. همچنین کاربرد کربنات کلسیم باعث افزایش تجمع کلسیم در برگ و کاهش میزان نیتروژن، گردید. با وجود این عملکرد برگ و سرشاخه گلدار تحت تأثیر کربنات کلسیم تغییر نکرد. از نظر کاهش تجمع نیترات، افزایش عملکرد مرزه و صرفه اقتصادی، ترکیب تیمار کودی ۵ تن در هکتار کربنات کلسیم (آهک) و ۱۰۰ کیلوگرم نیترات آمونیوم بر اساس نتایج این پژوهش، قابل توصیه می باشند. بنابراین در صورتی که مصرف مرزه جنبه تازه خوری و یا ادویه ای داشته باشد باید در کاربرد کودهای شیمیایی به خصوص نیتروژن احتیاط لازم را انجام داد و در صورت امکان از روش های تلفیقی و ارگانیک برای تغذیه این نوع سبزیجات استفاده کرد، به طوری که عملکرد پیکر رویشی آن نیز کاهش چندانی نداشته باشد و از لحاظ اقتصادی و تغذیه ای مقرون به صرفه باشد. علاوه بر این با توجه به کاهش میزان نیترات تجمع یافته در برگ مرزه در پاسخ به افزایش میزان کربنات کلسیم خاک، می توان گفت که کشت این گیاه (به عنوان گیاهی مقاوم به آهک) در خاک های آهکی که بخش اعظمی از اراضی کشاورزی کشورمان را شامل می شوند، نه تنها در افزایش کاربری این اراضی مؤثر است بلکه می تواند عامل مهمی در کاهش تجمع نیترات باشد. در نتیجه می توان از این سبزی به عنوان گیاهی با ارزش و جایگزین برای کشت در خاک های آهکی نام برد.

منابع

1. Ashraf, M., and Ali, Q. 2005. The effect of applied nitrogen on the growth and nutrient concentration of Kalonji (*Nigella sativa*). Aust. J. Exp. Agric. 45: 459-463.
2. Bakker, C., Rodenburg, J., and Bodegom, P. 2005. Effects of Ca- and Fe-rich seepage on P availability and plant performance in calcareous dune soils. Plant Soil. 275: 111-122.
3. Baranauskiene, R., Venskutonis, P.R., Viskelis, P., and Dambrauskiene, E. 2003. Influence of nitrogen fertilizers on the Yield and Composition of Thyme (*Thymus vulgaris*). J. Agric. Food Chem. 51: 7751-7758.
4. Dordas, C. 2009. Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*). Ind. Crop. Prod. 29: 599-608.
5. Dordas, C.A. and Sioulas, C. 2007. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rain fed conditions. Ind. Crop. Prod. 27: 75-85.
6. Dzida, K., and Jarosz, Z. 2006. Influence of nitrogen-potassium fertilization on the yield and on the nutrients content in *Satureja hortensis* L. Acta Agrophysica. 7: 879-884.
7. Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, G., and Johannes, J.C. 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils, Flav. Frag. 23: 213-226.
8. Hadian, J. 2008. Assessment of genetic diversity of savory native species from Iran. Horticultural Science thesis. Tehran University. 180pp.
9. Inala, A., and Tarakcioglu, C. 2001. Effects of nitrogen forms on growth, nitrate accumulation, membrane permeability, and nitrogen use efficiency of hydroponically grown bunch onion under Boron deficiency and toxicity. J. Plant Nutr. 24: 1521-1534.
10. Jenkins, D. and Medsken, L. 1964. A brucine method for the determination of nitrate in ocean, estuarine, and fresh waters. Anal. chem. J. 36:610.
11. Lee, K.D., and Yang, M.S. 2005. Changes in mineral and terpene concentration following calcium fertilization of *Chrysanthemum boreale* M. Res. J. Agric. Biol. Sci. 1: 222-226.
12. Ming Chen, B., Hui Wang, Z., Xiu Li, S., Xuan Wang, G., Xing Song, H., Na and Wang, X. 2004. Effects of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables. Plant Sci. 167: 635-643.
13. Quaggio, J.A., Gallo, P.B., Owino-Gerroh, C., Abreu, M.F., and Cantarella, H. 2004. Peanut response to lime and molybdenum application in low pH soils. Rev. Bras. Cienc. Solo. 28: 659-664.

14. Rajasekaran, G. 2005. Sulphate attack and ettringite formation in the lime and cement stabilized marine clays. *Ocean Eng.* 32: 1133-1159.
15. Rechinger, K.H. 1982. *Satureja*. In *Flora des iranischen hochlandes und der umrahmenden gebirge*. Akademische druku verlags antalt graz Austria. 150: 495-504.
16. Rothstein, D.E., and Cregg, B.M. 2005. Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiology of Fraser fir (*Abies fraseri*). *For. Ecol. Anage.* 219: 69-80.
17. Santamaria, P. 2006. Review Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. of Food and Agri.* 86: 10-17.
18. Sifola, M.I., and Barbieri, G. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Sci. Hort.* 108: 408-413.
19. Singh, J.P., 1988. A rapid for determination of nitrate in soil and plant extracts. *Plant and soil J.* 110: 137-139.
20. Sohrabi, A., Ashurabadi, A., and Shiranirad, A. 2007. Effect of different nitrogen levels and Different methods of nitrogen application on some quality and quantity characteristics of Savory (*Satureja hortensis* L.). *J. of Medicinal and Aroma Plants Res.* 37: 416-431.
21. Supanjani, A.R.M., Yang, M.S., Han, H.S., and Lee, K.D. 2005. Role of calcium in yield and medicinal quality of *Chrysanthemum Coronarium* L. *J. Agron.* 4: 186-190.
22. Taylor, O.A., Fetuga, B.L., and Oyenuga, V.A. 1982. Accumulation of mineral elements in five tropical leafy vegetables as influenced by nitrogen fertilization and age. *Sci. Hort.* 18: 313-322.
23. Tyler, G., and Olsson, T. 2001. Plant uptake of major and minor mineral elements as influenced by soil acidity and liming. *Plant Soil.* 230: 307-321.
24. Wang, Z., and Shengxiu, Li. 2004. Effects of Nitrogen and Phosphorus Fertilization on Plant Growth and Nitrate Accumulation in Vegetables, *J. of Plant Nutri.* 27: 539-556.
25. Yang, M.S., Tawaha A.R.M., and Lee K.D. 2005. Effects of ammonium concentration on the yield, mineral content and active terpene components of *Chrysanthemum coronarium* L. in a hydroponic system. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 2: 170-175.
26. Zargari, A. 1997. *Medicinal Plant*. Vol. 4, Tehran University Press, 969p.



Influence of Nitrogen and Calcium Carbonate Application Rates on Nitrate Accumulation and Yield of Summer Savory (*Satureja hortensis* L.)

H. Mumivand¹, *A. Nooshkam², A. Moseni³ and M. babalar⁴

¹Horticulture Ph.D Student, University of Tehran, ²Agronomy PhD Student, University of Tehran, Tehran, Iran ³MSc. of Soil Science Department, University of Tehran, Tehran, Iran

⁴Prof. of Horticulture Department, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 12/21/2012 ; Accepted: 09/15/2013

Abstract

For finding out the effect of nitrogen and calcium carbonate fertilizers on nitrate and nitrogen accumulation in aboveground biomass, calcium concentration and dry weight of leaves of *satureja hortensis* L., a factorial experiment was carried out based on randomized complete block design with three replications in Karaj in 2008. The nitrogen fertilizer was in four levels (0, 50, 100 and 150 Kg. ha⁻¹) and calcium carbonate (lime) fertilizer in three levels (0, 5 and 10 t. ha⁻¹). Total nitrogen and leaves nitrate, calcium concentration and leaves and shoot dry weight were measured. The results showed that calcium carbonate had significant effects on nitrogen ($p < 0.01$) and nitrate accumulation ($p < 0.05$) and calcium concentration ($p < 0.01$) but it had not significant effect on dry weight of leaves. Also the effect of nitrogen fertilizer on nitrate and nitrogen accumulation and dry weight of leaves was significant ($p < 0.01$). Results of mean comparison of traits showed that by increasing of nitrogen fertilizer and calcium carbonate application, nitrate and nitrogen accumulation in leaves increased and decreased, respectively. In addition, by increasing of nitrogen fertilizer levels, dry weight of Savory leaves increased. In this study, for reduction of nitrate accumulation, increasing savory yield and economical advantage, 5 t. ha⁻¹ calcium carbonate (lime) with 100 kg. ha⁻¹ ammonium nitrate is recommended.

Keywords: Calcium carbonate, Nitrate accumulation, Nitrogen fertilizers, Summer Savory

*Corresponding author; Email: nooshkama@ut.ac.ir