دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و چهارم، ۱۳۹۷

تأثیر مقادیر مختلف کود اوره بر عملکرد و تجمع نیترات در اندام های قابل مصرف ریحان بنفش (*Ocimum basilicum* L.)

غلامرضا معاف پوریان[۱]، محمد سعید تدین[۲]

تاریخ دریافت: ۹٤/۱۱/٦ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۲۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر کود اوره بر عملکرد و تجمع نیترات در اندام های قابل مصرف ریحان بنفش (برگ و ساقه)، آزمایشی به صورت بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: بدون مصرف کود نیتروژنه (شاهد N_0)، مصرف۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (N_{50})، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (N_{100})، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در هکتار (N_{150}) و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در هکتار(N_{200}) از منبع کود اوره بودند. مصرف کود اوره به صورت کود-آب انجام پذیرفت. نتایج آزمایش نشان داد، تأثیر مصرف اوره بر تجمع نیترات در ریحان معنی دار بود. بین نمونه برداری در دو زمان برداشت صبح و عصر از نظر تجمع نیترات در پهنک برگ اختلاف قابل ملاحظه ای مشاهده شد بگونه‌ای که مقدار نیترات در نمونه های برداشت گردیده در صبح بیش از نمونه های عصر بود. مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص(۱۱۰ کیلوگرم کود اوره)، بیشترین مقدار عملکرد به میزان ۰/۹۵ کیلوگرم در مترمربع و کمترین میزان تجمع نیترات به میزان ۱۷۷/۸ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: تجمع نیترات، زمان برداشت، نیتروژن نیتراته، ریحان بنفش

معافپوریان، غ. و م.س. تدین. ۱۳۹۷. اثر مقادیر کود اوره بر عملکرد و تجمع نیترات در اندام های قابل مصرف ریحان بنفش (*Ocimum basilicum* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳٤: ۲۱۷-۲۰٦.

۱- عضو هیئت علمی و استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز، ایران-مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: gr_moafpourian@yahoo.com

۲- عضو هیئت علمی و استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز، ایران

مقدمه

نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی برای رشد گیاه بوده که در بسیاری از عملکردهای مهم اندام‌های گیاه مشارکت دارد (نورزینسکا و همکاران، ۲۰۱۳). سبزی ها معمولاً به عنوان مهمترین منبع نیترات با تأمین ۸۰-۷۰ درصد نیاز فیزیولوژیکی در رژیم غذایی انسان محسوب می‌شوند (ارگیروپولوو همکاران، ۲۰۱۵). ریحان یکی از سبزی های پر مصرف در رژیم غذایی انسان به صورت تازه خوری، خشک، منجمد شده، ادویه، دارویی و به شکل اسانس بوده و در بسیاری از کشورها در شرایط طبیعی و گلخانه‌ای پرورش می‌یابد (لی و همکاران، ۲۰۰۵ و تارکونه و همکاران، ۲۰۱۳). مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنه باعث افزایش غلظت نیتروژن نیتراته در اندام های قابل مصرف سبزی ها می شود (ارگیروپولوو همکاران، ۲۰۱۵). مصرف بیش از حد نیترات برای انسان مضر است، چرا که در بدن انسان به دلیل فعالیت میکروارگانیسم‌ها در روده و معده تبدیل به نیتریت شده که به مراتب از نیترات سمی‌تر است. در نوزادان و اطفال، در صورت ورود نیترات به خون، هموگلوبین به مت- هموگلوبین تبدیل و بیماری مت-هموگلوبینیمیا را موجب می شود. استفاده بی رویه از سموم و کودهای شیمیایی خسارات جبران ناپذیری به چرخه زیستی از جمله انسان و دام زده است (ریت و داویسون، ۱۹٦٤). تجمع نیترات در گیاه زمانی بیشتر است که گیاه قادر به تبدیل آن نباشد و این مسئله عمدتاً با کمبود رطوبت، نیتروژن زیاد در خاک و زمان برداشت ارتباط دارد. اصول صحیح مصرف کودهای شیمیایی بویژه کودهای نیتروژن دار نقش مؤثری بر بهبود کیفیت محصولات کشاورزی از جمله سبزی ها و کاهش خطرات آلاینده ها بویژه تجمع نیترات دارد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸٤). نیتروژن عمدتاً به شکل نیترات (NO_3^-) و در شرایط احیایی مقداری به شکل آمونیوم (NH_4^+) جذب گیاه می گردد (گاتزیت و فیک، ۱۹۹۹؛ ایسیلافان، ۱۹۹۵). در خاک نیتروژن آلی طی فرآیند معدنی شدن و در سه مرحله آمینه شدن، آمونیاک سازی و نیترات سازی تبدیل به نیتروژن معدنی می‌شود، همچنین، کودهای آمونیومی نیز به کمک میکروارگانیسم های خاک در شرایط هوازی تبدیل به نیترات می‌شوند (براون، ۱۹٦٦). نیترات وارد شده به گیاه با مصرف انرژی و دخالت آنزیم های احیاء کننده نیترات ردوکتاز و نیتریت ردوکتاز و سایر کوآنزیم ها از جمله مولیبدن به نیتروژن آمونیومی تبدیل می شود و پس از آن مراحل سنتز اسید آمینه گلوتامین و سایر اسیدهای آمینه و زنجیره های پلی پپتیدی و پروتیین آغاز می شود (کانتلیف و مکدونالد، ۱۹۷٤). جذب نیترات به وسیله ریشه گیاه به طور نسبی ۱۰ برابر جذب آمونیوم است و بعضی از گیاهان در صورت بالا بودن غلظت نیترات در خاک قادر هستند بیش از نیاز متابولیکی خود آنرا جذب کرده و در سیتوپلاسم و واکوئل های سلولی، بویژه در شب تجمع دهند (ماینارد و بارکر، ۱۹۷٤). به طور کلی نوع گیاه، رقم، اندام و مرحله رشد گیاه در میزان نیتروژن گیاه مؤثر هستند به گونه ای که تیره‌های کلمیان، مرکبان، سالسولا، چتریان، گندمیان و بادمجانیان بیشتر از سایر گیاهان نیترات جذب می کنند. به عنوان مثال اسفناج نوع برگ چروک به طور قابل ملاحظه ای نیترات بیشتری از نوع برگ صاف دارد و ارقام زودرس یک سبزی نسبت به ارقام دیررس همان نوع دارای میزان نیترات بیشتری می باشند(بارکر و همکاران، ۱۹٦۷؛ شن و همکاران، ۱۹۸۲). آنیتا ایرنا (۲۰۰۹) نشان دادند که در کشت زمستانه سیب زمینی با گذشت زمان در روز مقدار نیترات درهمه ارقام کاهش یافت. افزایش دما نیز، خصوصاً همزمان با کاهش شدت نور، منجر به تجمع نیترات در گیاه می شود. تنش رطوبت در تجمع نیترات مؤثر است (اندرسون و نیلسون، ۱۹۹۲). منبع کود نیتروژنه می تواند تأثیر بسزایی بر تجمع نیترات در ریحان داشته باشد، در مقایسه سه منبع اوره، نیترات کلسیم و نیترات آمونیوم مشاهده گردید که کمترین میزان تجمع نیترات در ریحان با مصرف کود اوره حاصل شد و در واقع بهترین منبع برای کاهش تجمع نیترات در ریحان مصرف کود اوره بود (دزیدا و همکاران، ۲۰۱۳). تحقیقات بر روی سیب زمینی و پیاز نشان داد که تجمع نیترات تابع عواملی چون میزان مصرف کودهای نیتروژنه، شرایط اقلیمی و مصرف دیر هنگام کودهای نیتروژنه در فصل کشت می باشد. در بررسی انجام شده بر روی تجمع نیترات در پیاز مشاهده گردید که کاربرد کود اوره در مقایسه با نیترات آمونیوم موجب تجمع نیترات کمتر و افزایش ماده خشک بیشتر گردید (آکتاش و همکاران، ۱۹۹۳). از طرف دیگر، در بررسی منابع مختلف کود نیتروژنه بر تجمع نیترات در مشاهده گردید که اوره و نیترات آمونیوم بیشترین میزان افزایش نیترات در بافتهای گیاه را موجب شدند (آندس و زابونگل، ۱۹۹۱). ارقام مختلف ریحان پاسخ های متفاوت به نسبت بین نیترات و آمونیوم نشان می دهند اگرچه بیشترین میزان عملکرد با مصرف شکل نیتراته حاصل می گردد (سعادتیان و همکاران، ۲۰۱٤). حد بحرانی نیترات در ریحان برابر با ۳۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر اعلام شده است (سازمان بهداشت جهانی، ۱۹۷۸ و سبحانی اردکانی و همکاران، ۱۳۸٤). کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه و مصرف این کودها بر اساس میزان نیاز واقعی

گیاه، **نه تنها کاهش عملکرد** را به دنبال نداشته بلکه منجر به کاسته شدن غلظت نیترات در گیاه می شود (لیو و دیانکویی، ۱۹۹۶). غلظت نیترات در سطوح مصرف کودی بالای نیتروژن یعنی بالاتر از ۳۰۰ و ٤۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار معمولاً بیش از حد مجاز تعیین شده از طرف مراکز بهداشتی و زیست محیطی می باشد (مینوتی، ۱۹۷۸). این آزمایش به منظور تعیین بهترین میزان مصرف کود نیتروژنه اوره برای پرورش ریحان انجام شد. همچنین، ارتباط بین میزان مصرف کود نیتروژنه اوره با تجمع نیترات در ریحان و مناسب ترین میزان مصرف کود نیتروژنه اوره در پرورش مزرعه ای ریحان با بالاترین عملکرد و کمترین میزان تجمع نیترات مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، در این آزمایش اثر زمان برداشت در میزان تجمع نیترات در ریحان مطالعه شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در مزرعه مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس واقع در زرقان در ۳۵ کیلومتری شمال شرق شیراز در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با پنج تیمار آزمایشی شامل: بدون مصرف کود نیتروژنه (شاهد N_0)، مصرف۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (N_{50})، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (N_{100})، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در هکتار (N_{150}) و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در هکتار(N_{200}) از منبع کود اوره ($CO(NH_2)_2$) در چهار تکرار انجام شد. فسفر قابل جذب با روش اولسن، پتاسیم قابل جذب با روش استات آمونیوم یک نرمال، کربن آلی با روش دی کرومات پتاسیم، بافت خاک با روش هیدرومتری، درصد مواد خنثی شونده به روش تیتراسیون، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با دستگاه EC متر، pH گل اشباع به وسیله pH متر با الکترود شیشه ای تعیین شد (احیایی و همکاران، ۱۳۷۲). تجزیه آب محل اجرای آزمایش نیز براساس روش های استاندارد مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام پذیرفت (احیایی و همکاران، ۱۳۷۲)(جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی وشیمیایی نمونه خاک مزرعه محل انجام آزمایش

عمق (سانتی متر)	اسیدیته (واکنش خاک)	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	کل مواد خنثی شونده (درصد)	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل استفاده	پتاسیم قابل استفاده	کلسیم قابل تبادل	منیزیم قابل تبادل	بافت
					میلی گرم در کیلوگرم				
۰-۳۰	۷/۷	۱/۷٤	٤۹	۰/۳۹	۱٤/۸	۳۲۰	٥٦۳	۲٤۱	رسی لومی

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در آزمایش

قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	پی اچ	بی کربنات	کلر	سولفات	مجموع آنیونها	کلسیم+ منیزیم	سدیم	SAR	مجموع کاتیونها
		میلی اکیوالان در لیتر							
۰/۷۱	۷/٤	۳/٤	۲/٤	۲/۹٥	۷/۷٥	٦/۳	۱/۸۱	۱/۰۲	۷/۸۷

بذور ریحان بنفش بر روی خطوط کرت ها با فاصله ۳۰ سانتی متر کشت شدند و پس از کشت نسبت به آبیاری آنها به روش کرتی با دور آبیاری شش روز به میزان حد ظرفیت مزرعه اقدام شد. میزان پنج تن در هکتار کود دامی کاملاً پوسیده قبل از کشت مطابق عرف منطقه به مزرعه آزمایشی اضافه شد. اعمال تیمارهای کودی در دو نوبت به صورت سرک یعنی نصف میزان کود ۲۰ روز بعد از کاشت و ۱۰ روز پس از نوبت اول انجام شد. برداشت در دو نوبت صبح و عصر(ساعتهای ۸ صبح و ٤ عصر) انجام گردید. نمونه های ساقه، دمبرگ و پهنک گیاهان بطور جداگانه داخل پاکت های کاغذی قرار داده شد و در دمای ۷۰-٦٥ درجه سانتی گراد در آون خشک شدند. به منظور اندازه گیری نیتروژن نیتراته در نمونه های گیاهی مقدار ۰/۱ گرم از نمونه های آسیاب شده توزین و به آن ۱۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد. سپس نمونه ها در آون در دمای ٤٥ درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت نگهداری شد (امامی، ۱۳۷٥). عصاره گیاهی توسط دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ٥۰۰۰ دور در دقیقه به مدت

۱۵ دقیقه و صاف نمودن آنها با کاغذ واتمن ٤۲ بدست آمد. مقدار ۰/۲ میلی لیتر عصاره گیاهی با محلول اسید سولفوسالسیلیک به مقدار ۰/۸ میلی لیتر مخلوط شد و پس از خنک شدن، مقدار ۱۹ میلی لیتر محلول سود ۲ نرمال بر روی آن ریخته شد و برای قرائت آماده شد (امامی، ۱۳۷۵). برای تهیه محلول استاندارد صفر، ۰/۲ میلی لیتر آب مقطر با ۰/۸ میلی لیتر اسید سولفوریک خالص مخلوط شد و پس از خنک شدن روی آن ۱۹ میلی لیتر سود ۲ نرمال اضافه شد. برای تهیه محلول استاندارد شاهد، ۰/۲ میلی لیتر آب مقطر با ۰/۸ میلی لیتر اسید سولفوسالسیلیک مخلوط شد و پس از خنک شدن، روی آن ۱۹ میلی لیتر سود ۲ نرمال اضافه شد. همچنین، برای تهیه استانداردهای ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر نیترات، پس از تهیه محلول های غلیظ (استوک) با غلظت های یاد شده، از هر کدام ۰/۲ میلی لیتر برداشت و با ۰/۸ میلی لیتر اسید سولفوسالیسیلیک مخلوط شده و پس از خنک شدن ۱۹ میلی لیتر سود ۲ نرمال به آنها اضافه شد. مقدار نیترات نمونه ها در طول موج ٤۱۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر[1] پس از صفر نمودن دستگاه با محلول استاندارد صفر و استاندارد کردن آن با قرائت اعداد مربوط به محلول های استاندارد، اندازه گیری شد(امامی، ۱۳۷۵). داده ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. آزمون T (با فرض واریانس نا مساوی واریانس نمونه ها) میزان تجمع نیترات در ساقه، دمبرگ و پهنک برگ ریحان برای مقایسه میانگین تجمع نیترات در دو نوبت برداشت نمونه ۸ صبح و ٤ عصر انجام شد. نمودار ها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی مربوط به ریحان در جدول ۳ آورده شده است. همانگونه که مشاهده می شود اثر تیمارهای آزمایش بر روی غلظت نیترات در سطح یک درصد معنی دار شد.

تجمع نیترات

نتایج مقایسه بین میانگین داده ها (جدول ٤)، نشان دهنده اختلاف معنی دار (در سطح احتمال پنج درصد) بین میانگین های غلظت تجمع نیترات در ساقه ریحان می باشد، که از نظر میزان تجمع نیترات در صبح بین تیمارهای شاهد(N_0) با میزان حداقل ۳۱۰/٦۸ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر ریحان و مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص اختلاف معنی دار وجود نداشت اما این تیمارها با دو سطح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار اختلاف معنی دار نشان دادند. اختلاف معنی دار در سطح یک درصد بین میانگین تجمع نیترات در دمبرگ ریحان برداشت شده در صبح وجود داشت که از این نظر سه سطح مصرف کود ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص بیشترین میزان تجمع نیترات و بین سطوح ۰ ، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن خالص در هکتار اختلاف معنی دار از نظر میزان تجمع نیترات مشاهده نشد. کمترین میزان تجمع نیترات در پهنک برگ ریحان برداشت صبح در دو تیمار شاهد و مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مشاهده شد. نتایج آزمایش همچنین نشان دهنده اختلاف معنی دار بین میانگین تجمع نیترات در برداشت عصر اندام های خوراکی ریحان بود(جدول ٤).

1 - Pharmacia LKB. Noaspec. II

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف آزمایشی ریحان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مجموع مربعات						
		نیترات ساقه(صبح)	نیترات دمبرگ(صبح)	نیترات پهنک(صبح)	نیترات ساقه(عصر)	نیترات دمبرگ(عصر)	نیترات پهنک(عصر)	عملکرد
تکرار	۳	۵۳۱۷۱۵۰/۷۳*	۱۰۷۴۷۲۶۰/۱۸ ns	۲۰۱۷۱۲۹/۷۸ ns	۶۳۲۶۱۴۵/۸ ns	۲۲۳۰۰۸۴/۷۲ ns	۱۵۳۵۱۷۸/۴۵ ns	۰/۰۶۹ ns
تیمار	٤	۲۵۲۶۱۶۸۹/۰۷**	۱۷۶۷۶۶۱۳/۳۲**	۲۷۶۶۷۶۳۵/۸۲**	۳۱۶٤۰۳۸٤/۱**	۱۲۷۷٤۱۶۲/۲**	۲۵۷۶۷۱۸۰/۳۷**	۰/٤۰۸**
خطا	۱۲	۱۵۰۵۰۱۰/۷۷	۳۶۶٤۱۸۱/۳۹	۱۷۲۰٤۳۶/۱۶	٤۵۳۳۳۷۰/۲۶	۳۲۷۵۲۱۸/۱۳	۲۹۹۸۹۹٤/۹	۰/۰۲۶
کل	۱۹	–	–	–	–	–	–	–
ضرایب تغییر(درصد)	–	۱۳/۰۹	۲۶/٤۳	۱۷/۰٤	۱۹/۳۹	۱۸/۲۷	۱۵/٤۹	۱۵/٤۶

ns عدم وجود اختلاف معنی دار آماری * و ** به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی دار

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات مختلف بررسی شده در محصول ریحان

تیمار	میانگین صفات						
	نیترات ساقه(صبح)	نیترات دمبرگ(صبح)	نیترات پهنک(صبح)	نیترات ساقه(عصر)	نیترات دمبرگ(عصر)	نیترات پهنک(عصر)	**عملکرد (کیلوگرم بر متر مربع)
	(میلی گرم درکیلوگرم وزن خشک)						
شاهد	۳۱۰/۶۷۵b	۲٤۹/۱c	٤۸۶/۶d	۱۷۰/۵c	۱۳۱/۶b	۱۰۹/٤c	۰/۶۰۰c
N_{50}	۳۱۳/۳b	٤۳۳/۹bc	۶۰۲/۷cd	۱۷۲c	۱۸۳/۱b	۱۷۷/۸c	۰/۹۵۰b
N_{100}	٤٤۵/۸b	۵۳۹/۶abc	۷۱۹/۷bc	٤۲۶/۱bc	۲۳۳/۷ab	۲۲۶/۳bc	۱/۰۶۳b
N_{150}	۷۱۷/۷a	۵۸۷/۸ab	۸۷۷/۱b	۵٤۵/٤ab	٤۹۷/٤a	٤۷۹/۳ab	۱/۱۷۰b
N_{200}	۸۶۹/٤۷۵a	۸۲۲/۲a	۱۱۶۳a	۸٤۱/۳a	۵۰۷/۱a	۷۲۲a	۱/٤۷۵a

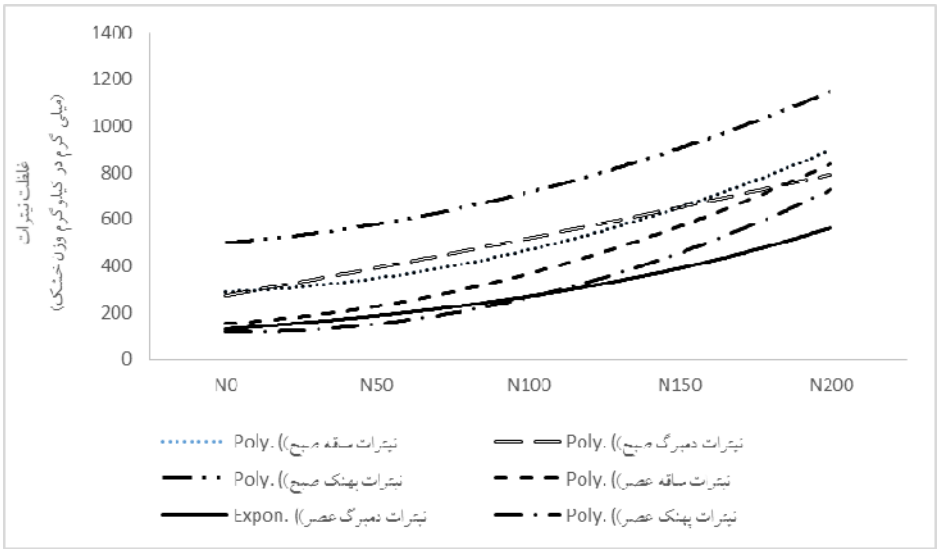
در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی دار ندارند

سالارپیشه و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی خود به منظور تعیین مناسبترین سطح نیترات پتاسیم با توجه به حداقل تجمع نیترات در گیاه ریحان در قالب سیستم کشت بدون خاک با استفاده از چهار غلظت نیترات (۱۰، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ میلی مول به صورت نیترات پتاسیم) گزارش کردند که بالاترین میزان عملکرد با توجه به حداقل تجمع نیترات در گیاهانی به دست آمد که در تیمار ۲۰ میلی مول نیترات پتاسیم پرورش یافته بودند. در این آزمایش بیشترین میزان تجمع نیترات و نیز روند افزایشی آن در پهنک برگ و کمترین میزان تجمع نیترات در ساقه ریحان مشاهده شد. این یافته با نتایج تحقیقات آدری و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. با توجه به میزان حد مجاز تجمع نیترات در ریحان و مشاهده این مسئله که در کلیه سطوح مصرف کود نیتروژن و نیز شاهد مقدار تجمع نیترات در پهنک برگ ریحان در نمونه های برداشت صبح، به مراتب بیشتر از نمونه های برداشت عصر بود که احتمالاً به علت نقش مؤثر نور و افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در کاهش میزان نیترات در این اندام می باشد. اختلاف معنی دار در غلظت نیترات ساقه در بین تیمارهای شاهد، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سطح پنج درصد مشاهده نشد. از این نظر، دو سطح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشترین میزان تجمع نیترات در ساقه را نشان دادند. در دمبرگ نیز روند تجمع نیترات و گروه بندی تیمارها تا حدودی مشابه غلظت نیترات در ساقه بود با این تفاوت که اختلاف معنی دار بین دو سطح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار وجود نداشت. بیشترین میزان تجمع نیترات پهنک برگ در برداشت عصر مربوط به دو سطح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود. اختلاف معنی دار بین میزان تجمع نیترات در پهنک برگ برداشت عصر بین ۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار در سطح یک درصد مشاهده نشد(جدول ٤). آزمون T نشان دهنده اختلاف معنی دار در پنج درصد آماری بین میانگین داده های میزان تجمع نیترات در پهنک برگ ریحان در برداشت صبح و عصر نمونه ها بود اما بین میزان تجمع نیترات در برداشت صبح و عصر در بین

اندام ساقه و دمبـرگ ریحـان اخـتلاف معنـی دار مشـاهده نشـد (جدول ۵). بیشترین میزان اختلاف و شاخص T مربوط به پهنک برگ ریحان بوده که از این نظر بیشترین واریانس در میزان تجمع نیترات مربوط به برداشت عصر نمونه هـای پهنـک بـرگ بـود و بیشترین میزان تجمع نیترات با میانگین ۷۶۹/۸۲ در پهنـک بـرگ نمونه های ریحان مشاهده شد(جدول ۵).

جدول ۵- نتایج آزمون T (با فرض واریانس نا مساوی واریانس نمونه ها) میزان تجمع نیترات در ساقه(S.N)، دمبرگ(P.N) و پهنک برگ (B.N) ریحان در دو نوبت برداشت نمونه ۸ صبح (am) و ٤ عصر(pm)

	نیترات پهنک(عصر)	نیترات دمبرگ(عصر)	نیترات ساقه(عصر)	نیترات پهنک(صبح)	نیترات دمبرگ(صبح)	نیترات ساقه(صبح)
میانگین	۵۳۱/۳۹	٤۳۱/۰٦	۵۲۵/۵۲	۳۱۰/۵۸	۷٦۹/۸۲	۳٤۲/۹٦
واریانس	٦۳۱۵٤/۲۲	۷۹۰۹۹/٦۷	٤٤۱۹۵/٦۳	۳۱۹۲۹/۳٤	۲۷۷۳۷/۵۲	٦٤٤۲٤/۳۹
شاخص T	۰/۵۹٤۸۱۷		۱/۷٤۱۹٦۲		۲/٦۱۱۲۳٦	
سطح P (T<=t) احتمال	۰/۲۸٤۲۰۲		۰/۰۵۹۸٤۳		۰/۰۱۵۵۳۵	

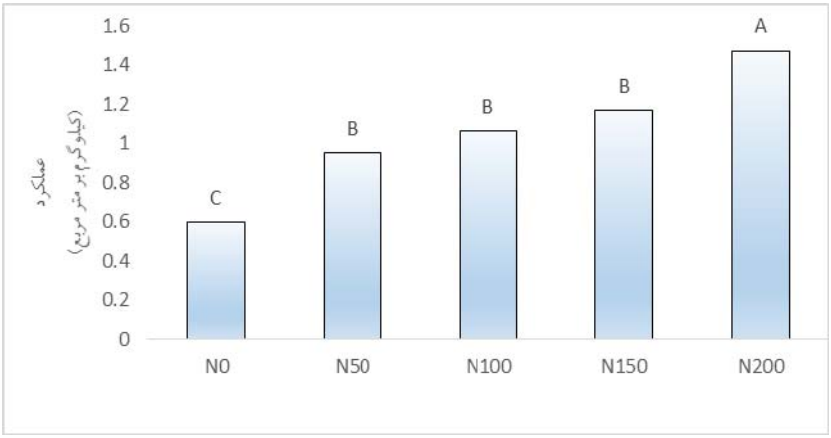


نمودار ۱- اثر تیمارهای آزمایشی بر روند افزایشی غلظت نیترات در ساقه، دمبرگ و پهنک برگ ریحان در دو نوبت برداشت نمونه ۸ صبح و ٤ عصر

جدول ۵ نشان دهنده اختلاف مشـخص بـین میـزان تجمـع نیترات در اندامهای مختلف بویژه در برداشت صـبح مـی باشـد. کمترین میزان تجمع نیتـرات در پهنـک بـرگ و بیشـترین میـزان تجمع نیترات در ساقه ریحان مشاهده شد. نمودار ۱ نشان دهنـده روند افزایشی میزان تجمع نیترات، با افزایش سطح مصرف کـود نیتروژنه، در اندام هـای مختلـف ریحـان در دو زمـان برداشـت نمونه صبح و عصر مـی باشـد. کمتـرین میـزان رونـد افزایشـی نیترات تا سطح مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتـار مشاهده شد و پس از ایـن سـطح رونـد تجمـع نیتـرات هـم در برداشت صبح و هم در برداشت عصر روند افزایشی نشان داد. اما همانگونه که در این شکل مشاهده مـی گـردد، در کلیـه سـطوح مصرف نیتروژن و شاهد، غلظت نیترات بویژه در پهنک بـرگ در برداشت صبح به مراتب بیشتر از برداشت عصر بود. ساکالاسکا و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که تابش نور به ویژه اشـعه مـاوراء بنفش موجب کاهش معنی دار نیتـرات بـه ویـژه در بـرگ هـای جوان ریحان می گردد. بیامن و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند کـه کمترین میزان تجمع نیترات و بیشترین میزان عملکرد در ریحـان با سطح تشعشع فراتر از ۵۰۰ میکرو مـول بـر مترمربـع بـر ثانیـه حاصل می گردد. اندام ساقه، دمبـرگ و پهنـک بـرگ بـه ترتیـب نیتـرات بیشـتری را دارا بـوده وگیاهـان جـوان غلظـت نیتـروژن

بیشتری نسبت به گیاهان پیر دارهستند (براون، ۱۹٦٦ و ماینارد، ۱۹۷۸). قسمت های مسن گیاه اغلب به دلیل فعالیت کمتر نیترات ردوکتاز، نیترات بیشتری را در خود تجمع می دهند، به عنوان مثال در کلم نیترات در برگهای پیر و خارجی بیشتر از قسمتهای داخلی و جوان تجمع می یابد. احیاء نیترات در اندام های هوایی و برگ ها بویژه در کلروپلاست ها انجام شده و نیاز به نور دارد (موهر و همکاران، ۱۹۹۲). این فرآیند در ریشه برخی از گیاهان نیز به مقدار کم انجام می پذیرد.

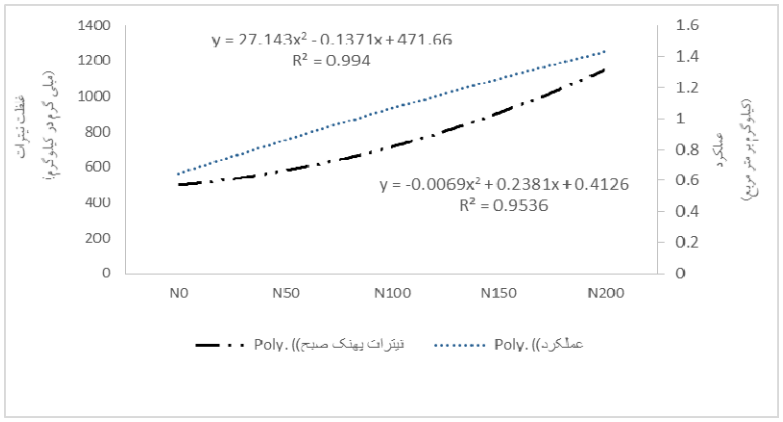
با توجه به میزان حد مجاز تجمع نیترات در ریحان که ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر گزارش شده است(ولش، ۲۰۰۳)، مشاهده شد که در سطح شاهد میزان تجمع نیترات در کلیه اندام نمونه برداری شده در صبح و عصر در زیر حد مجاز می باشد، اما با کاربرد سطوح مختلف کود اوره در این آزمایش میزان تجمع نیترات در پهنک برگ ریحان در برداشت صبح از حد مجاز فراتر رفت. این در حالی بود که در برداشت عصر این سبزی میزان تجمع نیترات در کلیه اندام تا سطح مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در زیر حد مجاز قرار داشت. پس از این سطح میزان تجمع نیترات در پهنک برگ و ساقه ریحان در برداشت عصر از حد مجاز فراتر رفت. اما با توجه به عدم اختلاف معنی دار در سطح یک درصد بین میزان عملکرد در واحد سطح بین سطوح مصرف ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره و از طرف دیگر تأثیر مشخص کاربرد سطح کودی (N_{50}) بر افزایش عملکرد و اختلاف معنی دار آن با شاهد می توان کاربرد کود نیتروژن در این سطح را توصیه نمود (نمودار ۲).



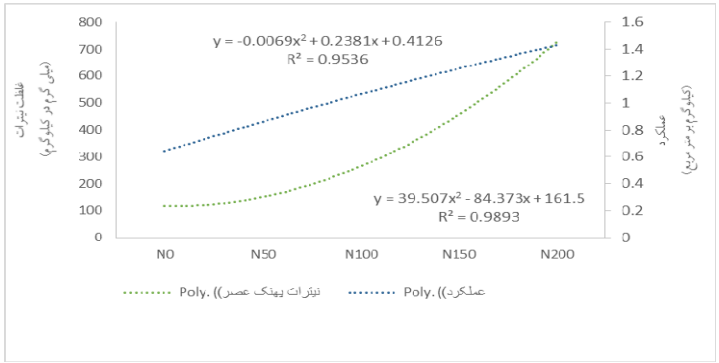
نمودار ۲- تأثیرسطوح مختلف مصرف نیتروژن خالص بر عملکرد اندام هوایی ریحان

نمودار ۲ نشان دهنده اختلاف معنی دار بین دو سطح شاهد(N_0) و مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن خالص از منبع اوره (N_{50}) در این آزمایش می باشد. از نظر میزان عملکرد سه سطح مصرف ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره در یک گروه آماری قرار داشتند. سطح مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از بالاترین میزان عملکرد به میزان ۱/٤۵ کیلوگرم در متر مربع را نشان داد و از این نظر با سایر سطوح مصرف کود نیتروژن اختلاف معنی دار نشان داد. برازش خطی روند افزایش تجمع نیترات در پهنک برگ در برداشت صبح (نمودار ۳) و عصر(نمودار ٤) و نیز افزایش عملکرد به طور همزمان در هر دو نمودار نشان دهنده نسبت افزایش معنی دار عملکرد در واحد سطح به افزایش نیترات در بین دو سطح شاهد و مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار می باشد. همانگونه که مشاهده می گردد غلظت نیترات در کلیه سطوح مصرف کود نیتروژن و نیز شاهد از حد مجاز فراتر بوده و نسبت روند افزایش عملکرد به روند تجمع نیترات در پهنک برگ ریحان در برداشت صبح در سطح تیمار شاهد کم و در دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن خالص در هکتار افزایش یافته و در دو سطح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن خالص در هکتار نسبت تغییر روند، رو به کاهش گذاشته است. نمودار ٤ نیز نشان دهنده آن است که در برداشت عصر نمونه های پهنک برگ، در سطوح شاهد و مصرف ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، میزان تجمع نیترات در زیر حد مجاز غلظت نیترات در ریحان بوده و تنها در سطح مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، این مقدار از حد مجاز فراتر

رفته است. تغییر روند افزایش نیترات در پهنک برگ ریحان در برداشت عصر نسبت به افزایش عملکرد بسیار اندک بوده به گونه ای که در ازاء افزایش غلظت نیترات به میزان ۱۳۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر از سطح شاهد تا مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، میزان افزایش عملکرد معادل با ۰/۴۵ کیلوگرم در هر متر مربع بدست آمد. نسبت روند افزایش تجمع نیترات در پهنک برگ ریحان در برداشت عصر نسبت به روند افزایش عملکرد در سطوح مصرف نیتروژن خالص بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش شدید نشان داده، اما این میزان افزایش تا سطح مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در زیر حد مجاز غلظت نیترات در ریحان بود(نمودار ٤).



نمودار ۳ - برازش خطی روند افزایش تجمع نیترات در پهنک برگ برداشت صبح ریحان و افزایش عملکرد آن به طور همزمان



نمودار ٤ - برازش خطی روند افزایش تجمع نیترات در پهنک برگ برداشت عصر ریحان و افزایش عملکرد آن به طور همزمان

عوامل محیطی متعددی بر غلظت نیترات گیاه از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیم های کاهش دهنده نیترات و همچنین جذب آن توسط گیاه اثر می گذارند. عموماً نور کم، دمای زیاد و تنش رطوبتی منجر به تقلیل فعالیت آنزیم های کاهش دهنده نیترات و افزایش تجمع نیترات می شوند (استپوسکا و کوالکزیک، ۲۰۰۰). زمانیکه گیاه در معرض نور کم یا روزهای کوتاه قرار می گیرد، غلظت نیترات در گیاه افزایش می یابد. در آزمایشی که بر روی چغندرقند انجام گرفت، مشاهده گردید که غلظت نیترات بین ساعت های ٤ تا ٨ صبح در بالاترین میزان و در ساعات ٤ بعد از ظهر در کمترین میزان بود (فلر و فیک، ۲۰۰٤). در طول روز با تابش نور هم فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز افزایش می یابد و هم فعالیت فتوسنتز و سنتز پروتیین افزایش می یابد که در هر دو صورت باعث مصرف شدن نیترات تجمع یافته در اندام های سبزیجات برگی از جمله اسفناج می شود (اندرسون و نیلسن، ۱۹۹۲). انتقال گیاهان از روشنایی به تاریکی منجر به کاهش فعالیت نیترات ردوکتاز به دلیل کاهش قدرت احیاء کنندگی این آنزیم می شود، که علت اصلی تجمع نیترات در نور ضعیف است (بکر و همکاران، ۱۹۹۲). در روش کشت سنتی سبزی ها،

میزان تجمع نیترات در فصل زمستان بدلیل تأثیر کاهش طول روز و شدت نور، بیشتر از فصل تابستان بود (سانتاماریا و همکاران، ۲۰۰۱). بنابراین، توصیه می گردد که حتی در شرایط عدم مصرف کودهای نیتروژنه از مصرف سبزی ریحان برداشت صبح خودداری شود و در حد امکان برداشت و بازار رسانی محصول در اواخر روز در شرایط اطمینان از شدت نور روز کافی برای کاهش غلظت نیترات در گیاه انجام پذیرد.

عملکرد

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس(جدول ۳) اثر تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد بر روی عملکرد ریحان معنی دار شد. مقایسه بین میانگین ها نشان داد که بیشترین عملکرد ریحان در سطح مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کود اوره به دست آمد و اختلاف معنی داری بین سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن مصرفی مشاهده نگردید(جدول ٤). نتایج آزمایش نشان دهنده افزایش معنی دار عملکرد با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (۱۱۰ کیلوگرم کود اوره) در هکتار به همراه کمترین میزان تجمع نیترات نسبت به شاهد بود. با توجه به نتایج آزمایش حاضر می توان نتیجه گیری نمود که کاربرد کود نیتروژنه در ریحان اثر معنی دار بر افزایش عملکرد آن داشته، اما از طرف دیگر افزایش سطح مصرف کود نیتروژنه باعث افزایش معنی دار تجمع نیترات در اندام خوراکی ریحان شده که این مسئله تا حدود زیاد مسئله کاربرد کودهای نیتروژنه در تولید این سبزی را تحت تدابیر خاص امکان پذیر می سازد. سیفولا و باربری (۲۰۰٦) گزارش کردند که مصرف نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش وزن تر برگ در گیاه ریحان شد. اما تجمع نیترات به عنوان عامل محدود کننده امکان کاربرد سطوح بالاتر نیتروژن در تولید این محصول را مانع می گردد.

نتیجه گیری

نتایج آزمایش نشان دهنده تأثیر معنی دار مصرف اوره بر تجمع نیتروژن نیتراته در ریحان بود. بین نمونه برداری در دو زمان برداشت صبح و عصر از نظر تجمع نیترات در پهنک برگ اختلاف قابل ملاحظه ای مشاهده شد، بگونه‌ای که مقدار نیتروژن نیتراته (NO^-_3-N) در نمونه های برداشت گردیده در صبح بیش از نمونه های عصر بود. مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (۱۱۰ کیلوگرم کود اوره) در هکتار با عملکرد حدود یک کیلوگرم در مترمربع و کمترین میزان تجمع نیترات را نشان داد. به دلیل زیر حد مجاز بودن میزان تجمع نیترات در اندام خوراکی این سبزی در برداشت عصر، امکان مصرف این سبزی در شرایط تا سطح مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار وجود دارد اما به دلیل آن که در این آزمایش اختلاف معنی دار بین مصرف سطوح کودی ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره از نظر افزایش عملکرد مشاهده نشد، و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار علی رغم افزایش معنی دار عملکرد در واحد سطح در مقایسه با سایر سطوح کود نیتروژنه، از نظر میزان تجمع نیترات بویژه در برداشت عصر از حد مجاز فراتر بوده، بنابراین، مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (معادل با ۱۱۰ کیلوگرم اوره در هکتار) برای پرورش این سبزی پیشنهاد می گردد. این میزان کود نیتروژن توصیه شده با احتساب میزان نیتروژن ماده آلی اضافه شده به خاک معادل یک درصد کود جامد (سالاردینی، ۱۳۸۸) به طور متوسط ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، می باشد.

منابع

احیایی، ع.، م. بهبهانی زاده و ا. بهبهانی زاده، ۱۳۷۲. شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳ ، چاپ اول، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران. ۱۱۷ صفحه.

امامی، ع. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲، چاپ اول، مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۵ صفحه.

سالارپیشه، م.، ف. دشتی و ع. برادران راد، ۱۳۹۰. اثر سطوح مختلف نیترات پتاسیم بر رشد، عملکرد و برخی صفات کیفی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در کشت بدون خاک. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران. ٤ صفحه.

سالاردینی، ع.ا. ۱۳۸۸. حاصلخیزی خاک و کودها. انتشارات دانشگاه تهران. ٤۳٤ صفحه

سبحانی اردکانی، س.، ک. شایسته، م. افیونی و ن. محبوبی صوفیانی. ۱۳۸٤. غلظت نیترات در برخی از فرآورده های گیاهی اصفهان. مجله محیط شناسی، شماره ۳۷ ، بهار ۱۳۸٤ ، صفحه ۷٦-٦۹.

ملکوتی، م. ج. ، ا. نوری، س. سماوات و م. بصیرت. ۱۳۸٤. علل تجمع نیترات در سبزیهای میوه ای(خیار، گوجه فرنگی و ...) و روشهای کنترل آن. نشریه فنی شماره ٤۱٤، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران. ۲۷ صفحه.

Aktash, M., A. Gunnes and N. Baltutar. 1993. Effect of calcium ammonium nitrate and urea on nitrate accumulation in onion plants. Doga Turk Tarim ve Ormancilik Degesi, 17(3): 855-861.

Anderson, L. and N. E. Nielsen. 1992. A new cultivation method for the production of vegetables with low content of nitrate. Sci. Hort. 49: 167-171.

Anita Ierna, K. 2009. Influence of harvest date on nitrate contents of three potato varieties for off season production. J. Food Comp. and Anal. 1761-1767.

Argyropoulou K., G. Salahas, D. Hela, A. Papasavvas. 2015. Impact of nitrogen deficiency on biomass production, phological and biochemical characteristics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) plants, cultivated aeroponically. J. Intr. Sci. Pub., Vol. 3: 32-43.

Audrey C. C., Y. T. Yi, G. L. Riskowski. 2013. Changes in nitrate and nitrite concentrations over 24 h for sweet basil and scallions. Food Chem. Vol. 136(2): 955–960.

Barker, A.V., D. N. Maynard and H.A. Mills. 1967. Variation in nitrate accumulation among spinach cultivars. J. Am. Soc. Hort. Sci. 99: 132-134.

Beaman, A.R., R.J. Gladon and J.A. Schrader. 2009. Sweet basil requires an irradiance of 500 $mmol.m^{-2}.s^{-1}$ for greatest edible biomass production. Hort. Sci. 44(1):64–67.

Becker, T., W. Foyer and M. Chaboche. 1992. Light regulated expression of the nitrate reductase genes in tomato and in the phytochrome deficient aria mutant of tomato. Planta, 188: 39-47.

Brown, J. R. 1966. Soil fertilization and nitrate accumulation in vegetables. Agron. J. 58(3): 209-212.

Cantliffe, D. J. and G. E. MacDonald. 1974. Reduction in nitrate accumulation by molybdenum in spinach grown at low pH. Commun. Soil Sci. and Plant Anal. 5: 273-282.

Chandra, R. 1983. Effects of moisture stress on nitrate reductase activity (N.R.A.) in pea (*Pisum sativum*) [C3] and sorghum (*Sorghum vulgaris*) [C4] plants. J. Plant Nut. 6(7): 629-640.

Changparaditnum, K., P. P. Luksanawimol, P. Limsmutchaipron and S. Vasunnun. 2000. Effect of fertilizers on content of nitrate in pineapple fruit. Act. Hort., 529: 17-22.

Dzida K., Z .Jarosz and K. Pitura. 2013. Changes in the content of total nitrogen and mineral nitrogen in the basil herb depending introduction. Modern Phytomorph. 3: 63–67.

Feller, C. and M. Fik. 2004. Nitrate content, soluble solid content and yield of table beet affected by cultivar, sowing date and nitrogen supply. Hort. Sci. 39(6): 1255-1259.

Gutezeit, B. and M. Fik. 1999. Effect of cultivar and harvest date on nitrate content of carrot roots. J. Hort. Sci. Biotechnol. 74: 297-300.

Isylafan, D. 1995. Relationship between nitrogen rate, plant nitrogen concentration, yield and residual soil nitrate in silage corn. Commun. S. Plant Anal. 26: 2531-2557.

Lee, S. J., K. Umano, T. Shibamoto and K.G. Lee. 2005. Identification of volatile components in basil (*Ocimumu basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. Food Chem. 91 (1), 131-137.

Liu, M. and C. Diankui. 1996. Effect of nitrogen amount on yield, nitrate accumulation of cucumber. China Vegetables, 3: 26-28.

Maynard, D.N. 1978. Potential nitrate level in edible plants. In: Nitrogen in the environment. Vol. 2. Soil-plant- Nitrogen Relationships. Eds. By Nielsen D. R., Academic press, New York.

Maynard, D. N. and A. V. Barker. 1974. Regulation of nitrate accumulation in vegetables. Acta Hort. 93: 153-162.

Minotti, P. L. 1978. Potential nitrate level in edible plants. In: Nitrogen in the Environment. Vol. 2. Soil-Plant-Nitrogen Relationships. Eds. by: Nielson D. R. Academic Press, New York.

Mohr, H., A. Neininger and B. Seith. 1992. Control of nitrate reductase and nitrate reductase gene expression by light, nitrate and plastid factor. Plant Botany. 105: 81-89.

Nurzynska-W., Rozek R., Borowski E., Dzida B. and Z. Jarosa. 2012. Changes in the content of some macronutrients in Basil herbage induced by different nitrogen and potassium fertilization rates. J. Elem. S. 465-477.

Ondes, A. D. and S. Zabunoglu. 1991. The effect of various nitrogenous fertilizers on nitrate accumulation in vegetable. Doga. Turk Tarim Ve Ormanilik Pergisi, 15(2): 445-460.

Saadatian, M., G. Peyvast, J. A. Olfati and P. Ramezani-Kharazi. 2014. Different species of basil need different ammonium to nitrate ratio in hydroponics' system. Acta. Agric. Slovenica, 103, pp. 223 – 232.

Sakalauskaitė J., P. Viskelis, E. Dambrauskienė, S. Sakalauskienė, G. Samuolienė, A. Brazaitytė, P. Duchovskis and D. Urbonavičienė. 2013. The effects of different UV-B radiation intensities on morphological and biochemical characteristics in *Ocimum basilicum* L. J. Sci. Food and Agri. Vol. 93(6): 1266–1271.

Santamaria, P., M. Gonnella, A. Elia, A. Parente and F. Serio. 2001. Ways of reducing rocket salad nitrate content. Acta Hort. 548: 529-536.

Shen, M. B., H. Dong, J. Li. 1982. Studies on nitrate accumulation in vegetable crops. I. Evaluation of nitrate in different vegetables. Acta Hort. Sinica. 9: 41-48.

Sifola, M. I. and G. Barbieri. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. J. Hort. Sci. 108:408-413.

Stepowska, A. J. and W. Kowalczyk. 2000. The effect of growing media on yield and nitrate accumulation in lettuce. Acta Hort. 548: 503-510.

Tarchoune, I., O. Baâtour, J. Harrathi, G. Hamdaoui, M. Lachaâl, Z. Ouerghi and B. Marzouk. 2013. Effects of two sodium salts on fatty acid and essential oil composition if basil (*Ocimum basilocum* L.) leaves. Acta Physiol. Plant, 35: 2365-2372.

WHO. 1978. Nitrates, Nitrites and N-Nitrozo Compounds. Geneva, Environmental Health
Criteria 5.

Wright, M. J. and K. L. Davison. 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. Adv. Agron. 16: 197-274.

Effect of different amounts of urea fertilizer on yield and nitrate accumulation in edible parts of basil (*Ocimum basilicum* L.)

Gh. Moafpourian[1], M.S. Tadayon[1]

Received: 2017-1-25 Accepted: 2017-5-12

Abstract

In order to survey on the effect of urea fertilizer on yield and nitrate accumulation in edible parts of basil, an experiment was conducted in Fars agricultural and natural resource research and educational center as randomized complete blocks design with 4 replication in 2014. Experimental treatments contain: without nitrogen consumption (control, N_0), consuming 50 (N_{50}), 100 (N_{100}), 150 (N_{150}) and 200 (N_{200}) kg $N.ha^{-1}$ from urea fertilizer. The results showed that the effects of urea on nitrate accumulation in basil were significant. A highly significant difference between nitrate accumulation in the morning and in the evening harvesting time of basil leaf blade samples were observed, so that the amount of nitrate in the morning harvested samples were higher than the same sample in the evening. Application of 50 kg $N.ha^{-1}$ (110 kg urea fertilizer) was showed the highest crop yield equal to 0.95 $kg.ha^{-1}$ with lover nitrate accumulation as amount as 177.8 $mg.kg^{-1}$ in dry weight.

Key words: Harvest times, nitrate accumulation, $N\text{-}NO_3^-$, basil

1- Fars Agricultural and Natural Resource Research Center, Shiraz, Iran