نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دهم، شماره سوم، پاییز ۹۶
۱۳۳-۱۴۲
http://ejcp.gau.ac.ir

بررسی تأثیر منبع نیتروژن و نحوه تقسیط آن بر صفات کمی و کیفی توتون در دو منطقه

حجت صالح‌زاده[۱]، *منوچهر قلی‌پور[۲]، حمید عباس‌دخت[۲] و مهدی برادران[۲]

[۱]دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشگاه صنعتی شاهرود، [۲]دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه صنعتی شاهرود

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۵

چکیده

سابقه و هدف: یون‌های نیترات و آمونیوم در خاک تأثیر متفاوتی بر عملکرد کمی و کیفی توتون به‌جای می‌گذارند. عوامل اقلیمی، ادافیکی و مدیریتی نیز تأثیر آن‌ها را تحت‌الشعاع قرار می‌دهند. نیتروژن با افزایش سطح برگ، محتوای کلر و نیکوتین برگ و در مقابل، با کاهش محتوای پتاسیم برگ، تأثیر متضادی بر کمیت و کیفیت برگ توتون دارد. کود اوره در مزارع توتون‌کاری کشور مصرف نمی‌گردد و کشاورزان بر این باورند که مصرف اوره در توتون باعث دیررسی و رنگ‌آوری نامناسب برگ توتون می‌گردد. این آزمایش به‌منظور بررسی برهمکنش منبع نیتروژن {کود آمونیومی اوره و کود نیترات آمونیوم} و الگوی تقسیط بر عملکرد کمی و کیفی توتون تیپ غربی اجرا شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو منطقه ارومیه و تیرتاش در سال ۱۳۹۳ انجام گرفت. عامل اول دو منبع کود نیتروژن شامل نیترات آمونیوم و اوره، و عامل دوم چهار شیوه مصرف نیتروژن شامل مصرف کل نیتروژن موردنیاز گیاه به‌صورت پایه قبل از نشاءکاری، مصرف دوسوم نیتروژن موردنیاز گیاه به‌صورت پایه و یک‌سوم آن به‌صورت سرک در آغاز رشد سریع بوته، مصرف نصف نیتروژن موردنیاز گیاه به‌صورت پایه و نصف دیگر به‌صورت سرک در آغاز رشد سریع بوته و مصرف یک‌سوم نیتروژن مورد نیاز گیاه به‌صورت پایه و دوسوم آن به‌صورت سرک در آغاز رشد سریع بوته بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که عملکرد برگ خشک توتون در تیرتاش بیشتر از ارومیه بود. بهترین الگوی تقسیط برای کود اوره از لحاظ عملکرد برگ، الگوی دوسوم پایه و مابقی سرک و برای نیترات آمونیوم، الگوی یک‌سوم پایه و دوسوم سرک بود. در تیرتاش، کود اوره از لحاظ تجمع پتاسیم در برگ بر کود نیترات آمونیوم برتری داشت ولی در منطقه ارومیه، عکس این حالت به‌دست آمد. نیکوتین برگ تنها تحت تأثیر الگوی تقسیط قرار گرفت به‌طوری که تقسیط نیمی از کود به‌صورت پایه و مابقی سرک بهتر از سایر الگوها شد. نیترات آمونیوم نسبت به اوره تجمع کمتر کلر در برگ‌ها را به‌دنبال داشت.

نتیجه‌گیری: اگرچه از نظر عملکرد برگ تفاوتی بین اوره و نیترات آمونیوم نبود ولی، استفاده از اوره و نیترات آمونیوم توانست محتوای پتاسیم برگ را بالا ببرد. نتایج بررسی حاضر ابهامات استفاده از کود اوره در مزارع توتون را برطرف کرده و با توجه به وفور نسبی کود اوره نسبت به نیترات آمونیوم و تولید داخلی بیشتر این کود، می‌تواند با انجام بررسی‌های تکمیلی مشکلات پیش‌روی توتون‌کاران مناطق مختلف کشور در تهیه کود نیترات آمونیوم را برطرف نماید.

واژه‌های کلیدی: اوره، توتون، کمیت، کیفیت، نیترات آمونیوم

*مسئول مکاتبه: manouchehr.gholipoor@gmail.com

مقدمه

نیتروژن یکی از عناصر اصلی برای تغذیه گیاه بوده که عمدتا به‌صورت یون نیترات (NO_3^-) و آمونیوم (NH_4^+) توسط ریشه جذب می‌شود (۲). یون آمونیوم و نیترات تأثیرات متفاوتی بر روی برخی فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان به‌ویژه توتون به‌جای می‌گذارند (١٤). یون آمونیوم در مقایسه با یون نیترات در ریشه‌های کوچک و برگ‌های جوان یافت شده و در زنجیره‌های کوتاه کربنی شرکت می‌کند. گیاه توتون تغذیه شده با نیتروژن آمونیومی در مقایسه با نیتروژن نیتراتی، دی‌اکسیدکربن بیشتری را در برگ تثبیت نموده و عملکرد بالاتری را تولید می‌نماید (۳). با این که آسیمیلاسیون نیتروژن در گیاه با احیای هر دو یون نیترات و آمونیوم در گیاه همراه است ولی، اگر توتون با مقادیر زیادی یون آمونیوم تغذیه شود ممکن است کندی رشد را تجربه کند (۱).

تعادل بین محتوای نیتروژن بافت، فعالیت نیترات رداکتاز و محتوای قند، نقش مهمی در کمیت و کیفیت برگ توتون به عهده دارد. نیترات منبع اصلی نیتروژن آلی از جمله نیکوتین ($C_{10}H_{14}N_2$) در گیاه توتون می‌باشد (٦). نیترات در چرخه سنتز گلوتامین تبدیل به آمونیوم می‌گردد که این فرآیند در دو مرحله و توسط آنزیم نیترات ریداکتاز به‌عنوان کاتالیزور، در سیتوپلاسم و کلروپلاست برگ انجام می‌پذیرد (۱۳). فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز در مرحله رونویسی با در دسترس بودن سوبسترای نیترات، کربن حاصل از فتوسنتز (قند محلول) و گلایسین که محصول نهایی فرآیند سنتز نیتروژن می‌باشد، کنترل می‌گردد. در بسیاری از مواقع، کربن موردنیاز برای آسیمیلاسیون نیترات می‌تواند از احیاء نشاسته (باعث تلخی دود شده و از عوامل منفی کیفیت توتون می‌باشد (۱۱)) تجمع یافته و یا انتقال مجدد کربن انجام پذیرد (٤).

رابطه نزدیک و تنگاتنگ بین نیتروژن بافت، فعالیت نیترات رداکتاز و محتوای قند که در بالا به آن اشاره شد، ضرورتا نشان‌دهنده این موضوع نیست که هر یک از آن‌ها را بتوان به‌عنوان شاخص برای دیگری استفاده نمود چون الف) رابطه بین فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز و غلظت نیتروژن در بافت گیاهی خطی نیست؛ با افزایش غلظت نیتروژن، فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز افزایش و سپس کاهش می‌یابد (۱۲). ب) فاکتورهای متعدد دیگری به‌غیر از غلظت نیتروژن در اندام گیاهی از جمله طول روز، درجه حرارت و سن گیاه تأثیر به‌سزایی روی فعالیت آنزیم دارند (۱۰). ج) افزایش غلظت نیتروژن در بافت گیاهی باعث کاهش کل کربوهیدرات‌های غیرساختاری می‌گردد؛ بزرگی این تأثیرگذاری وابستگی شدیدی به فاکتورهای محیطی دارد (۹).

به‌طور معمول، کود اوره در مزارع توتون کشور استفاده نمی‌شود و نیتروژن گیاه از منبع نیترات آمونیوم تأمین می‌گردد. انتظار می‌رود که منابع مختلف نیتروژن تأثیر متفاوتی بر نیکوتین و عناصر دیگر در توتون به‌جای گذارند (۷). از جمله مزیت‌های استفاده از اوره به‌جای نیترات آمونیوم، آبشویی کمتر آن است چون یون آمونیوم حاصل از هیدراسیون اوره، به سهولت جذب ذرات خاک می‌گردد (۳ و ۵). در مقابل، یون نیترات دومین آنیون قابل تحرک بعد از کلر است که به راحتی آبشویی می‌شود. یون آمونیوم جذب شده به ذرات خاک می‌تواند به‌تدریج جذب گیاه گردد (۱). بر همین اساس، این فرضیه قابلیت طرح پیدا می‌کند که در صورت استفاده از اوره برای توتون، الگوی تقسیط متفاوتی نسبت به نیترات آمونیوم خواهد داشت. یکی از اهداف این آزمایش، بررسی صحت این فرضیه بود. شایان ذکر است که جذب تدریجی آمونیوم ممکن است آثار سوئی از جمله تأخیر در رسیدگی برگ

توتون و ایجاد تغییراتی در ترکیب آلکالوئیدهای برگ از جمله نیکوتین داشته باشد.

با توجه به تفاوت قابل ملاحظه استان مازندران نسبت به آذربایجان غربی از لحاظ اقلیمی و خصوصیات خاک به‌ویژه pH، این سؤال مطرح است که آیا اوره می‌تواند در هر دو منطقه جایگزین نیترات آمونیوم شده و عملکرد کمی و کیفی توتون را نیز افزایش دهد؟ این سؤال از این نظر اهمیت دارد که در بازار، اوره نسبت به نیترات آمونیوم از فراوانی بالاتری برخوردار می‌باشد. به‌منظور یافتن پاسخ این سؤال، یک آزمایش مزرعه‌ای در ارومیه و تیرتاش به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر منابع و نحوه تقسیط نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی توتون واریته بارلی ۲۱، یک آزمایش مزرعه‌ای در مرکز تحقیقات توتون ارومیه و مرکز آموزشی تحقیقات توتون تیرتاش مازندران در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. در هر دو مکان، آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. عامل اول دو منبع کود نیتروژن شامل نیترات آمونیوم و اوره، و عامل دوم چهار شیوه مصرف نیتروژن شامل مصرف کل نیتروژن موردنیاز گیاه به‌صورت پایه قبل از نشاءکاری، مصرف دوسوم نیتروژن موردنیاز گیاه به‌صورت پایه و یک‌سوم آن به‌صورت سرک در آغاز رشد سریع بوته، مصرف نصف نیتروژن موردنیاز گیاه به‌صورت پایه و نصف دیگر به‌صورت سرک در آغاز رشد سریع بوته و مصرف یک‌سوم نیتروژن موردنیاز گیاه به‌صورت پایه و دوسوم آن به‌صورت سرک در آغاز رشد سریع بوته بود.

در تیرتاش و ارومیه، زمان بذرکاری برای تهیه نشاء به‌ترتیب اواسط بهمن و اسفند بود. نشاءکاری در این مناطق به‌ترتیب در ۲۰ اردیبهشت ماه و ۲۵ خرداد ماه انجام شد. در بررسی‌های دیگر نیز عمل نشاءکاری در تاریخ ۱۹ اردیبهشت انجام شده است (۸). بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، میزان نیتروژن موردنیاز گیاه (۷۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص برای مزرعه مرکز تیرتاش و ۸۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص برای مزرعه مرکز ارومیه) و بر اساس محتوای نیتروژن هر نوع کود محاسبه و مصرف گردید. نشأها در خزانه شناور تهیه شد و آبیاری با فواصل ۷ تا ۱۰ روز انجام گردید. عملیات وجین، سله‌شکنی و خاک‌دهی پای بوته‌ها براساس عرف هر محل انجام شد. صفات مورد سنجش شامل عملکرد برگ خشک، ارتفاع بوته، سطح برگ، قطر ساقه، محتوای کلروفیل، نیکوتین، کلر، نیتروژن و پتاسیم و خاکستر برگ عمل‌آوری شده بود. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS.16 انجام گرفت.

جدول ۱- مشخصات خاک مورد کشت توتون.

Table 1. Properties of soil used for planting tobacco.

منطقه Location	پتاسیم قابل استفاده Available K (ppm)	فسفر قابل استفاده (پی‌پی‌ام) Available P (ppm)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	کربن آلی (درصد) Organic (%) C	کلر (میلی‌اکی‌والان در لیتر) Cl (me/l)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS/m)	اسیدیته pH
تیرتاش Tirtash	595.74	33.64	0.22	3.44	2.00	1.15	0.74	7.41
ارومیه Uremia	670.07	53.03	0.16	2.90	0.71	1.40	1.44	7.50

نتایج و بحث

عملکرد برگ خشک و شاخص سطح برگ: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ آورده شده است. اثر مکان بر عملکرد برگ خشک معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میانگین عملکرد در تیرتاش بیشتر از ارومیه بود (جدول ۳). از بین مابقی منابع تغییر در جدول تجزیه واریانس، تنها اثر تقسیط نیتروژن و برهمکنش تقسیط نیتروژن و منبع نیتروژن معنی‌دار شد. به‌طور کلی هنگامی که اثر متقابل دو فاکتور معنی‌دار می‌گردد بدان معنی است که اثر یک فاکتور تحت تأثیر فاکتور دیگر قرار می‌گیرد. این حالت برای نیتروژن و تقسیط آن نیز صادق است به‌صورتی که در شرایط استفاده از کود اوره، بالاترین عملکرد برگ زمانی به‌دست آمد که دوسوم کود موردنیاز به‌صورت پایه و مابقی به‌صورت سرک استفاده شد (جدول ٤). این در حالی است که برای کود نیترات آمونیوم، بهترین الگوی تقسیط به‌صورت یک‌سوم پایه و دوسوم مابقی به‌صورت سرک بود. معنی‌دار نشدن اثر متقابل این دو عامل با مکان، نشان‌گر آن است که این الگوی تقسیط برای هر دو مکان صادق است. شاخص سطح برگ تنها تحت تأثیر مکان قرار گرفت. مقدار آن در تیرتاش بیشتر از ارومیه بود (جدول ۳). معنی‌دار شدن برهمکنش منبع نیتروژن و تقسیط آن بر عملکرد برگ خشک و معنی‌دار نشدن این برهم‌کنش و حتی اثرات اصلی منبع نیتروژن و تقسیط آن بر شاخص سطح برگ این موضوع را به‌طور ضمنی بیان می‌دارد که تغییرات ناشی از نیتروژن و تقسیط آن در عملکرد برگ بیشتر مربوط به تأثیر بر ضخامت برگ بوده نه تأثیر بر مساحت آن. پایین بودن شاخص سطح برگ در ارومیه نسبت به تیرتاش شاید بیشتر مربوط به عوامل اقلیمی باشد تا عوامل خاکی. چون توتون گیاه گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است و دماهای متوسط روزانه پایین باعث کاهش رشد گیاه شده و رطوبت نسبی پایین منجر به افزایش ضخامت برگ (کاهش کیفیت) می‌گردد (۹). میانگین دما در دوره رشد و نمو توتون در مکان‌های مورد کشت در ارومیه و تیرتاش به‌ترتیب برابر با ۲۲/۲۷ و ۲۷/۷۸ درجه سانتی‌گراد بود. رطوبت نسبی این دو مکان برابر با ۵۲/۱۲ و ۷٤/۳۲ درصد بود.

ارتفاع و قطر ساقه: کمیت ارتفاع ساقه در هر دو مکان از لحاظ آماری مشابه بود (جدول ۲). علاوه بر اثرات اصلی، اثرات متقابل منبع نیتروژن و تقسیط آن معنی‌دار شد. در شرایط استفاده از نیترات آمونیوم، الگوی تقسیط یک‌سوم به‌صورت پایه و مابقی به‌صورت سرک باعث حصول بالاترین ارتفاع در گیاه گردید (جدول ٤). برای کود اوره، الگوی تقسیط دوسوم به‌صورت پایه و مابقی به‌صورت سرک بیشترین تأثیر را بر ارتفاع ساقه داشت.

واکنش قطر ساقه نیز همانند ارتفاع ساقه بود (جدول‌های ۲ و ٤). به‌طورکلی، معنی‌دار شدن اثر متقابل نوع کود و تقسیط آن بر این صفات به‌علت تفاوت کود اوره و نیترات آمونیوم از لحاظ ماهیت شیمیایی می‌باشد. کود نیترات آمونیوم موقع حل‌شدن در محلول خاک، سبب ایجاد یون‌های آمونیوم و نیترات می‌شود (۹). یون نیترات با بار منفی توسط لایه دوگانه الکتریکی پخشیده ذرات منفی کلوئیدهای خاک به توده محلول خاک دفع شده و مستعد آبشویی می‌گردد. این در حالی است که اوره در خاک به مرور زمان در خاک هیدرولیز شده و به یون آمونیوم تبدیل می‌شود (۱۵). یون‌های آمونیوم به‌عنوان یک کاتیون، جذب ذرات خاک می‌شود و حتی برخی رس‌های خاک از جمله ایلایت و ورمی‌کولایت یون آمونیوم را تثبیت می‌کنند و در نتیجه آبشویی آن خیلی کمتر است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که قابلیت آبشویی برای کود نیترات آمونیوم در مقایسه با کود اوره بیشتر است و با کاهش تقسیط پایه کود نیترات آمونیوم و تقسیط بخش عمده آن به‌صورت سرک می‌توان از آبشویی زیاد آن در اوایل فصل رشد جلوگیری کرد. در اصل، در مراحل آغازین رشد توتون، ریشه‌های نشاء در مزرعه هنوز توسعه نیافته‌اند و نیاز گیاه به نیتروژن در یک ماه اول بعد از نشاءکاری زیاد نیست.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) برخی از صفات توتون.

Table 2. Combined analysis of variance (mean squares) of some traits of tobacco.

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	عملکرد برگ خشک Dry leaf yield	شاخص سطح برگ LAI	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع ساقه Stem height	پتاسیم برگ Leaf K
مکان Location (L)	1	5.39**	2.95*	31.20 ns	391.02 ns	0.01 ns
خطای ۱ Error 1	4	0.31	0.32	47.92	318.95	0.59
منبع نیتروژن N-source (N)	1	1.29 ns	0.54 ns	16.80 ns	769.33**	0.16 ns
N×L	1	1.38 ns	0.20 ns	5.74 ns	72.52 ns	2.90*
تقسیط نیتروژن N-splitting (S)	3	6.93**	0.99 ns	25.13*	610.57*	0.85 ns
N×L	3	0.52 ns	0.07 ns	10.36 ns	183.96 ns	0.13 ns
S×N	3	8.19**	0.98ns	42.82**	881.69**	0.55 ns
S×N×L	3	0.21ns	0.18ns	7.52ns	37.24ns	0.21 ns
خطای ۲ Error 2	28	0.57	0.68	8.63	146.27	0.46
ضریب تغییرات (درصد) (%) CV		26.58	19.98	10.04	8.24	19.00

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: not meaningful, significant at 5% and 1%, respectively.

ادامه جدول (۲)

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	نیکوتین برگ Leaf Nicotine	نیتروژن برگ Leaf N	کلربرگ Leaf Cl	خاکستر برگ Leaf Ash	کلرفیل Chlorophyll
مکان Location (L)	1	1.47 ns	0.02 ns	1.04 ns	17.16*	352.65**
خطای ۱ Error1	4	1.12	0.38	0.50	2.03	13.31
منبع نیتروژن N-source (N)	1	0.25 ns	1.53*	2.12**	3.58 ns	199.26**
N×L	1	0.20 ns	0.65 ns	0.18 ns	1.88 ns	50.43**
تقسیط نیتروژن N-splitting (S)	3	4.35**	0.37 ns	0.18 ns	0.45 ns	14.55*
N×L	3	0.01 ns	0.16 ns	0.65 ns	0.33 ns	8.04 ns
S×N	3	0.14 ns	0.40 ns	0.43 ns	1.64 ns	15.99*
S×N×L	3	0.53 ns	0.17 ns	0.26 ns	1.20 ns	18.80*
خطای ۲ Error 2	28	0.50	0.26	0.27	2.18	4.74
ضریب تغییرات (درصد) (%) CV		23.65	26.75	30.89	6.41	7.87

ns، * و ** به‌ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and ** not meaningful, significant at 5% and 1%, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی صفات.

Table 3. Mean comparison of some traits.

مکان Location	عملکرد برگ (تن در هکتار) Leaf yield (ton.ha^{-1})	شاخص سطح برگ LAI	خاکستر برگ (درصد) Leaf ash (%)
تیرتاش Tirtash	2.93 [a]	4.36 [a]	23.6 [a]
ارومیه Uremia	2.76 [b]	3.88 [b]	22.4 [b]
LSD	0.18	0.39	0.42

در هر ستون میانگین‌هایی حرف (حروف) مشترک دارند باهم تفاوت معنی‌داری ندارند (LSD=۰/۵).

Means in each column followed by same by same letter(s) are not significantly different (LSD=0/5).

جدول ٤- مقایسه میانگین برخی صفات توتون.

Table 4. Mean comparison of some traits of tobacco.

منبع نیتروژن Nitrogen Source	# نحوه تقسیط #Application pattern	عملکرد برگ (تن در هکتار) Leaf yield (ton.ha^{-1})	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)
نیترات آمونیوم Ammonium Nitrate	پایه Basal	1.86 [c]	136.01 [b]	26.52 [c]
	یک‌سوم پایه و بقیه AIRG 1/3 basal-2/3AIRG	4.36 [a]	161.22 [a]	30.83 [a]
	یک‌دوم پایه و بقیه AIRG 1/2 basal-1/2AIRG	2.25 [b]	147.98 [ab]	27.59 [c]
	دوسوم پایه و بقیه AIRG 2/3 basal-1/3AIRG	2.26 [b]	136.15 [b]	27.78 [c]
اوره Urea	پایه Basal	2.14 [b]	136.87 [b]	29.64 [b]
	یک‌سوم پایه و بقیه AIRG 1/3 basal-2/3AIRG	2.69 [b]	144.88 [b]	26.34 [c]
	یک‌دوم پایه و بقیه AIRG 1/2 basal-1/2AIRG	2.58 [b]	149.32 [ab]	30.67 [b]
	دوسوم پایه و بقیه AIRG 2/3 basal-1/3AIRG	4.63 [a]	161.09 [a]	32.80 [a]
LSD		0.89	14.12	1.47

AIRG: پس از شروع رشد سریع.

در هر ستون میانگین‌هایی حرف (حروف) مشترک دارند باهم تفاوت معنی‌داری ندارند (LSD=۰/۵).

#AIRG: After initiation of rapid growth.

Means in each column followed by same by same letter(s) are not significantly different (LSD=0/5).

محتوای پتاسیم برگ: اثرات متقابل مکان آزمایش و منبع نیتروژن بر غلظت پتاسیم برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در منطقه تیرتاش، کود اوره از لحاظ تجمع پتاسیم در برگ بر کود نیترات آمونیوم برتری داشت (جدول ۵). ولی در منطقه ارومیه، عکس این حالت صادق بود. در میان عناصر معدنی موجود در برگ توتون، پتاسیم از مهمترین عناصر تعیین کننده کیفیت برگ به شمار می‌رود و عنصر اساسی خاکستر می‌باشد (۳). پتاسیم رنگ برگ، جنس برگ، خواص رطوبت‌پذیری برگ و

به‌طورکلی قابلیت سوزش آن را بهتر می‌کند. با بیشتر شدن تجمع پتاسیم، نازکی برگ و قابلیت ارتجاعی و انعطاف‌پذیری آن بیشتر می‌شود. املاح پتاسیم در موقع سوختن اصطلاحا "باد" کرده و باعث می‌گردند که عمل اکسیداسیون بهتر و کامل‌تر انجام پذیرد. بین پتاسیم و دمای احتراق توتون رابطه معکوس وجود دارد (١٤).

جدول ٥- مقایسه میانگین برخی صفات.

Table 5. Mean comparison of some traits.

مکان Location	منبع نیتروژن Nitrogen source	پتاسیم برگ (درصد) Leaf K (%)	#کلر برگ (درصد) #Leaf Cl (%)
تیرتاش Tirtash	اوره Urea	3.86 a	1.85 a
	نیترات آمونیوم Ammonium nitrate	3.25 b	1.43 b
ارومیه Uremia	اوره Urea	3.38 b	----
	نیترات آمونیوم Ammonium nitrate	3.77 a	----
LSD		0.3	0.29

#: مقایسه میانگین فقط برای منبع نیتروژن می‌باشد.

در هر ستون میانگین‌هایی حرف (حروف) مشترک دارند باهم تفاوت معنی‌داری ندارند (LSD=۰/۵).

#: Mean comparison is only for nitrogen source.

Means in each column followed by same by same letter(s) are not significantly different (LSD=0/5).

محتوای نیکوتین و نیتروژن برگ: در بین منابع تغییر، تنها تأثیر تقسیط نیتروژن بر محتوای نیکوتین برگ معنی‌دار شد (جدول ٢). بالاترین محتوای نیکوتین برگ مربوط به تقسیط دوسوم کود نیتروژن به‌صورت پایه و مابقی به‌صورت سرک بود (جدول ٦). این در حالی است که کمترین مقدار آن برابر با ٢/٦٩ درصد بود که در شرایط تقسیط نیمی از کود نیتروژن به‌صورت پایه و مابقی به‌صورت سرک به‌دست آمد.

نیکوتین جزو ترکیبات قلیایی آلی است که به‌صورت مایعی بی‌رنگ و روغنی در توتون یافت می‌شود. این ماده به آسانی بخار می‌گردد و قسمت اعظم آلکالوئیدهای توتون را تشکیل می‌دهد (١٤). در اصل بدون آن، توتون خاصیت وجودی خود را از دست می‌دهد زیرا این ماده از ترکیبات مهم دود به شمار می‌رود. به هنگام استعمال دخانیات، ٨٥ درصد نیکوتین جذب بدن می‌گردد. مقدار آن در گیاه توتون از پایین به بالا افزایش می‌یابد و حدود تغییرات غلظت این ماده در واریته‌های مختلف توتون از ٠/٥ تا ٥ درصد گزارش شده است (١٥). هرگاه میزان این ماده در توتون بین ٢-١ درصد باشد شخص مصرف کننده را اقناع می‌کند (٣). بر همین اساس، تقسیط نیمی از نیتروژن به‌صورت پایه و مابقی به‌صورت سرک می‌تواند از لحاظ نیکوتین برگ بر سایر الگوهای تقسیط نیتروژن برتری داشته باشد. محتوای نیتروژن برگ تنها تحت تأثیر منبع نیتروژن قرار گرفت (جدول ٢). محتوای نیتروژن برگ در شرایط استفاده از کود نیترات آمونیوم و اوره به‌ترتیب برابر با ١/٩٧٧ و ٢/٣٣٣ درصد شد.

محتوای کلر و خاکستر برگ: خاکستر برگ تنها تحت تأثیر مکان آزمایش قرار گرفت (جدول ٢). به‌طوری‌که در تیرتاش نسبت به ارومیه کمیت آن بالاتر بود. به‌طورکلی، جنس توتون در ایجاد و نوع و

مقدار خاکستر دخالت دارد. توتون‌های گرم‌خانه‌ای دارای خاکستر بین ۱۲/۵ تا ۱۵ درصد وزن ماده خشک توتون هستند. این میزان در توتون‌های آفتاب خشک بیشتر می‌باشد. تأثیر منبع نیتروژن بر کلر برگ معنی‌دار شد (جدول ۱). از نظر کمیت تجمع کلر در برگ، کود اوره نسبت به کود نیترات آمونیوم تأثیر بالاتری داشت (جدول ۵). به بیان دیگر، در شرایط استفاده از کود اوره، کلر بیشتری در برگ‌ها تجمع می‌یابد تا نیترات آمونیوم.

گزارش‌ها حاکی از آن است که تجمع زیاد کلر در توتون باعث کاهش وزن خشک، ضخیم‌تر شدن برگ‌ها، کاهش قابلیت ارتجاعی، افزایش هیگروسکوپیسیتی، تیره رنگی برگ و عطر و طعم نامطلوب می‌شود. غلظت بالای کلر از طریق بالا بردن قطران دود، مزه و طعم دود را ناخوشایند می‌نماید (۳). سوای این‌که جذب و تجمع کلر در برگ‌های توتون به‌شدت تحت تأثیر برهم‌کنش این عنصر با عناصر دیگر قرار می‌گیرد، توتون از گیاهان کلر دوست به‌شمار می‌رود. از این رو، تجمع کلر در برگ‌های این گیاه به سرعت و به مقدار زیاد صورت می‌گیرد (۱٤). بر همین اساس، کود نیترات آمونیوم از لحاظ محتوای کلر برگ بر کود اوره برتری دارد.

اثر مکان بر محتوای کلر برگ معنی‌دار نشد (جدول ۲). این امر نشان می‌دهد که تیرتاش و ارومیه از لحاظ این صفت مشابهت دارند. ولی نیترات آمونیوم در مقایسه با اوره باعث تجمع کمتر کلر در برگ‌ها می‌شود. با در نظر گرفتن رابطه معکوس محتوای کلر برگ و کیفیت آن، به‌نظر می‌رسد که در صورت استفاده از اوره در تیرتاش، کیفیت برگ اندکی کمتر از ارومیه می‌شود. با این حال در جمع جبری تأثیر منفی کلر و تأثیر مثبت پتاسیم بر کیفیت برگ، اثر پتاسیم قابل توجه‌تر است چون پتاسیم مهم‌ترین عنصر تعیین کننده کیفیت برگ به‌شمار می‌رود (۲). در تیرتاش، الگوی تقسیط اوره به‌صورت دوسوم پایه و مابقی سرک است. برای ارومیه، الگوی یک‌سوم پایه و دوسوم سرک برای کود نیترات آمونیوم قابل توصیه می‌باشد.

کلروفیل برگ: در خصوص محتوای کلروفیل برگ، اثر متقابل سه گانه مکان، منبع نیتروژن و الگوی تقسیط نیتروژن معنی‌دار شد (جدول ۲). در منطقه تیرتاش، بالاترین تأثیر بر این صفت مربوط به کود اوره بود و نکته جالب توجه این که، بین ٤ الگوی تقسیط نیتروژن تفاوت آماری وجود نداشت (جدول ٦). در منطقه ارومیه، باز هم بیشترین کمیت محتوای کلروفیل برگ مربوط به اوره بود ولی بین الگوهای تقسیط نیتروژن تفاوت وجود داشت. به‌طوری‌که بهترین الگوی تقسیط، تقسیط یک‌سوم به‌صورت پایه و مابقی به‌صورت سرک بود. بین محتوای کلروفیل و نیتروژن برگ رابطه تنگاتنگی وجود دارد به‌طوری‌که با اندازه‌گیری کلروفیل و استفاده از توابع ریاضی، محتوای نیتروژن برگ برآورد می‌گردد (۵). بر همین اساس به‌نظر می‌رسد که در ارومیه، تقسیط یک‌سوم به‌صورت پایه و مابقی به‌صورت سرک توانسته است توزیع زمانی بهتری از نیتروژن را برای گیاه به‌دنبال داشته باشد. شایان ذکر است که عوامل خاکی و اقلیمی متعددی بر تغییر و تحول نیتروژن در خاک (نیتریفیکاسیون و غیره) و جذب نیتروژن توسط گیاه تأثیرگذار می‌باشند. در نتیجه شاید نتوان به راحتی مکانیسم دقیق برتری این نحوه تقسیط نیتروژن برای کلروفیل برگ را بیان نمود.

جدول ٦- مقایسه میانگین غلظت کلروفیل (g/g fresh weight) و نیکوتین برگ (درصد).

Table 6. Mean comparison of concentrations of leaf chlorophyll (g/g fresh weight) and nicotine (%).

مکان Location	منبع N N source	# نحوه تقسیط #Application pattern	& نیکوتین برگ Leaf nicotine &	کلروفیل برگ Leaf chlorophyll
ارومیه Uremia	نیترات آمونیوم Ammonium nitrate	پایه Basal	2.87 b	26.41 bc
		یک‌سوم پایه و بقیه AIRG 1/3 basal-2/3AIRG	2.94 b	23.80 bc
		یک‌دوم پایه و بقیه AIRG 1/2 basal-1/2AIRG	2.69 c	26.52 bc
		دوسوم پایه و بقیه AIRG 2/3 basal-1/3AIRG	3.25 a	22.84 c
	اوره Urea	پایه Basal	----	25.40 bc
		یک‌سوم پایه و بقیه AIRG 1/3 basal-2/3AIRG	----	32.42 a
		یک‌دوم پایه و بقیه AIRG 1/2 basal-1/2AIRG	----	25.11 bc
		دوسوم پایه و بقیه AIRG 2/3 basal-1/3AIRG	----	24.63 bc
تیرتاش Tirtash	نیترات آمونیوم Ammonium nitrate	پایه Basal	----	25.80 bc
		یک‌سوم پایه و بقیه AIRG 1/3 basal-2/3AIRG	----	27.82 b
		یک‌دوم پایه و بقیه AIRG 1/2 basal-1/2AIRG	----	26.29 bc
		دوسوم پایه و بقیه AIRG 2/3 basal-1/3AIRG	----	25.58 bc
	اوره Urea	پایه Basal	----	31.64 a
		یک‌سوم پایه و بقیه AIRG 1/3 basal-2/3AIRG	----	33.05 a
		یک‌دوم پایه و بقیه AIRG 1/2 basal-1/2AIRG	----	31.69 a
		دوسوم پایه و بقیه AIRG 2/3 basal-1/3AIRG	----	33.67 a
LSD			0.14	3.64

#: AIRG: پس از شروع رشد سریع، &: مقایسه میانگین فقط برای نحوه تقسیط می‌باشد.

#: AIRG: After initiation of rapid growth, &: Mean comparison is only for application pattern.

در هر ستون میانگین‌هایی حرف (حروف) مشترک دارند باهم تفاوت معنی‌داری ندارند (LSD=۰/۵).

Means in each column followed by same by same letter(s) are not significantly different (LSD=0/5).

نتیجه‌گیری کلی

به‌عنوان نتیجه‌گیری می‌توان گفت که اثر منبع نیتروژن بر عملکرد برگ معنی‌دار نگردید. به بیان دیگر، ممکن است هیچ تفاوتی بین اوره و نیترات آمونیوم از لحاظ عملکرد برگ وجود نداشته باشد. از این حیث به‌نظر می‌رسد که می‌توان در هر دو منطقه، اوره را به راحتی جایگزین نیترات آمونیوم نمود ولی به لحاظ اینکه در تیرتاش، محتوای پتاسیم (کیفیت) برگ از اوره تأثیر مثبت می‌پذیرد و در ارومیه از نیترات آمونیوم، شاید بهتر باشد فقط در تیرتاش از اوره استفاده شود.

منابع

1. Bao, A., Liang, Z., Zhao, Z., and Cai, H. 2015. Overexpressing of OSAMT1-3, a high affinity ammonium transporter gene, modifies rice growth and carbon-nitrogen metabolic status. Int. J. Mol. Sci., 16: 9037-9063.
2. Cai, X., and Qian, C. 2003. Effects of forms and application rate of nitrogen fertilizer on yield and qualities of tobacco in southeast Tibet. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao., 14: 66-70.
3. Davis, D.L., and Nielsen, M.T. 1999. World Agriculture Series; Tobacco Production, Chemistry and Technology. Blackwell Science, London, 467p.
4. Fichtner, K., and Schulze, E.D. 1992. The effect of nitrogen nutrition on annuals originating from habitats of different nitrogen availability. Oecologia., 92: 236-241.
5. Houlis, V., Guierif, M., and Mary, B. 2007. Elaboration of a nitrogen nutrition indicator for winter wheat based on leaf area index and chlorophyll content for making nitrogen recommendations. Eur. J. Agron., 27: 1-11.
6. Li, G.J., Peng, F.T., Zhang, L., Shi, X.Z., and Wang, Z.Y. 2010. Cloning and characterization of a SnRK1-encoding gene from *Malus hupehensis* Rehd. and heterologous expression in tomato. Mol. Biol. Rep., 37: 947-954.
7. Raab, T.K., and Terry, N. 1995. Carbon, nitrogen, and nutrient interactions in *Beta vulgaris* L. as influenced by nitrogen sources, NO_3^- versus NH_4^+. Plant Physiol., 107: 575–584.
8. Rahmat-Zadeh, M., Kamkar, B., and Seraji-Nejad, A.R. 2016. The effects of winter cover crops and their removal methods on leaf qualitative characteristics and income of tobacco (K326). J. Crop Prod., 9: 19-33. (In Persian)
9. Reddy, A.R., Reddy, K.R., Padjung, R., and Hodges, H.F. 1996. Nitrogen nutrition and photosynthesis in leaves of Pima cotton. J. Plant Nutr., 19: 755-770.
10. Roth-Bejerano, N., and Lips, S.H. 1970. Hormonal regulation of nitrate reductase activity in leaves. New Phytol., 69: 165-169.
11. Scheible, W.R., Gonzales-Fontes, A., Morcuende, R., Lauerer, M., Geiger, M., Glaab, J., Schulze, E.D., and Stitt, M. 1997. Tobacco mutants with a decreased number of functional nia genes compensate by modifying the diurnal regulation of transcription, post-translational modification and turnover of nitrate reductase. Planta., 203: 304-319.
12. Sharifi-Rad, J., Sharifi-Rad, M., and Miri, A. 2013. Regulation of the expression of nitrate reductase genes in leaves of medical plant, *Foeniculum vulgare* by different nitrate sources. Int. J. Agri. Crop Sci., 5: 2911-2916.
13. Stitt, M., Muller, C., Matt, P., Gibon, Y., Carillo, P., Morcuende, R., Scheible, W.R., and Krapp, A. 2002. Steps toward and integrated view of nitrogen metabolism. J. Exp. Bot., 53: 959-970.
14. Sims, J.L., Atkinson, W.O., and Wells, K.L. 1977. Relationship between soil pH and yield of *Burley* tobacco. Agronomy notes. Plant and Soil Sciences, University of Kentucky. VOL 4, NO 10, 115p.
15. Walch, L.P., Neumann, G., Bangerth, F., and Engels, C. 2000. Rapid effects of nitrogen form on leaf morphogenesis in tobacco. J. Exp. Bot., 51: 227- 237.