تاثیر مقدار و تقسیط کود اوره بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر بازرویی

احمد کوچک زاده[۱]، قدرت اله فتحی[۲]، محمد حسین قرینه[۳]، سید عطاالله سیادت[۴]، سیروس جعفری[۵] و خلیل عالمی سعید[۶]

۱*- **نویسنده مسؤول:** استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان (koochek_a@yahoo.com)

۲ و ۴- استادان دانشکده کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳، ۵ و۶- به ترتیب دانشیار و استادیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۱۴

چکیده

اثر مقادیر مختلف نیتروژن (N) و تقسیط آن (AP) بر خصوصیات کمی و کیفی بازرویی اول نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) واریته CP48-103 بررسی شد. این مطالعه در سال ۱۳۸٦ در مرکز تحقیقات نیشکر واقع در ۳۰ کیلومتری جنوب اهواز انجام گردید. آزمایش بصورت کرت های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با سه مقدار نیتروژن (N_1=۹۲، N_2=۱۳۸، N_3=۱۸٤ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) در کرت‌های اصلی و سه روش تقسیط متفاوت کود اوره (AP_1=۲۰-٤۰-٤۰ ، AP_2=۳۰-۳۵-۳۵ ، AP_3 =۳۰-٤۰-۳۰ درصد)، در مراحل پنجه زنی، ابتدای ساقه رفتن و رشد سریع ساقه در کرت‌های فرعی انجام گرفت. نتایج نشان داد که مقدار و تقسیط نیتروژن اثر معنی‌دار بر خصوصیات نیشکر نداشت. با این وجود بیشترین مقدار محصول ساقه و شکر تولیدی با مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تقسیط ٤۰-٤۰-۲۰ درصد به ترتیب با ۹۱/۷ و ۱۰/٦ تن در هکتار بدست آمد. راندمان مصرف نیتروژن در N_1 با مقادیر ۲۸۱/۷ و ٤۳/۲ کیلوگرم بر کیلوگرم نیتروژن به ترتیب برای محصول ساقه و شکر تولیدی از بقیه تیمارها بیشتر بود. نتایج همچنین نشان داد که هیچ اثر معنی‌داری در سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر عملکرد نیشکر وجود نداشت و بنابراین افزودن مقادیر بیشتر نیتروژن به مزارع نیشکر توصیه نمی شود.

کلید واژه ها: راندمان مصرف نیتروژن، بازرویی، نیشکر

مقدمه

نیتروژن برای بسیاری از اعمال متابولیکی گیاه نیشکر حیاتی است و نقش مهمی در پنجه زنی و طویل شدن ساقه دارد. کمبود نیتروژن سبب کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز، کاهش محصول و کیفیت آن می گردد (سری واروم و همکاران[۱]، ۲۰۰۷). مصرف کودهای نیتروژن در کشت‌های فشرده مانند نیشکر به دلیل تولید بسیار زیاد زیست توده بیشتر است (توربورن و همکاران[۲]،۲۰۰۵)، با این وجود مصرف نیتروژن ممکن است سبب اسیدی شدن خاک، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و خروج گازهای گلخانه‌ای مانند اکسید نیتروژن شود (کی تینگ و همکاران[۳]، ۱۹۹۷). نیشکر به دلیل نیاز زیاد به آب و نیتروژن، موجب آلودگی شدید آب‌های زیرزمینی و جاری به نیترات می شود (پرالتا و استوکل[۴]، ۲۰۰۱).

جذب نیتروژن به مقدار و کیفیت کود نیتروژن مصرفی، زمان و فاصلهٔ کاربرد، رشد گیاه و دوام آن، راندمان استفاده از نیتروژن در گیاه، عمق ریشه، بارندگی، خصوصیات هیدرولیکی خاک و عملیات

1-Sreewarome *et al.*
2- Thorburn *et al.*
3- Keating *et al.*
4- Peralta & Stockle

مدیریتی بستگی دارد (راسیا و آرمور[1]، ۲۰۰۱). مصرف جهانی نیتروژن در تولید نیشکر از ۴۵ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال متغیر بوده (سری واستاوا و سوارز[2]، ۱۹۹۲) و این مقدار درمزارع کشت مستقیم (قلمه)[3] کمتر از مزارع بازرویی[4] است. در استرالیا، مقدار نیتروژن مصرفی برای کشت مستقیم ۱۲۰ و برای بازرویی ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار توصیه گردید (وود و همکاران[5]، ۱۹۹۷). در خاک‌های شنی فلوریدا، حد بحرانی برای تولید نیشکر ۱۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال تعیین شد (موکووج و نیومن[6]، ۲۰۰۴). توربورن و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که در استرالیا پس از افزایش نیتروژن از ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، محصول ساقه از ۱۰۲ به ۱۱۷ تن در هکتار افزایش یافت، ولی با افزایش بیشتر نیتروژن تولید ساقه ثابت ماند. مطالعات در استرالیا با استفاده از مدل APSIM نشان داد که مقدار بهینه نیتروژن مصرفی ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (کی تینگ و همکاران، ۱۹۹۷). توربورن و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که شستشوی نیتروژن در نیشکر کشت مستقیم بیشتر از بازرویی بوده و دلیل آن محدودیت سیستم ریشه ای و عدم گسترش آن می باشد. با این وجود ممکن است تقسیط کود نیتروژن شستشوی آن را کاهش دهد.

مقدار راندمان مصرف نیتروژن[7] در نیشکر که در ارتباط با ماده خشک تولیدی و تجمع نیتروژن در گیاه است، بالاتر از سایر گیاهان می باشد (موکو و رابرتسون[8]، ۱۹۹۲). لاکش میکانتام[9] (۱۹۸۳) این مقدار را ۰/۳۸ تن ساقه بر کیلوگرم نیتروژن بدست آورد. با وجودی که بازیافت ظاهری نیتروژن[10] در گندم ۶۰-۵۰، چغندرقند ۷۷، سیب زمینی ۶۰-۵۰ و مراتع ۷۰-۵۰ درصد تعیین شده (دیلز[11]، ۱۹۸۸)، در نیشکر کشت مستقیم این مقدار بیش از ۹۰ درصد بدست آمد (عیسی و همکاران[12]، ۲۰۰۶). با این وجود ان جی کی وونگ و دویل[13] (۱۹۹۵) بازیافت نیتروژن را در بازرویی کمتر از کشت مستقیم گزارش کرده و اظهار نمودند که نیتروژن می باید بطور مناسب مصرف شود. در هر حال مدیریت مصرف کودهای نیتروژنه باید طوری باشد که رشد مطلوب با حد اقل شستشوی مواد غذایی همراه باشد(وان میگرو و همکاران[14]، ۱۹۹۴). این امر مستلزم تنظیم مصرف کودها و افزایش بازیافت مصرف نیتروژن همراه با کاهش شستشوی نیتروژن در منطقه ریشه می باشد (لی و خوزه[15]، ۲۰۰۵).

کشت نیشکر در خوزستان اکنون در مساحتی در حدود ۸۰۰۰۰ هکتار انجام می‌شود (برزگر و کوچک زاده، ۱۳۸۰). سیستم زراعی نیشکر در خوزستان با عملیات کشت در زمین آغاز می‌شود و با توجه به چند ساله بودن این گیاه، پس از برداشت اول، به صورت بازرویی چندساله مجدداً رشد می‌کند. در ابتدای کاشت نیشکر در خوزستان (سال‌های دهه ۱۳۳۰) مقدار کود مصرفی در نیشکر ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و همین مقدار کود دی آمونیم فسفات در سال بود (برزگر و کوچک زاده، ۱۳۸۰) ولی در سال‌های اخیر این مقدار به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت و کود اوره در ۲ یا ۳ نوبت طی ماه‌های اردیبهشت تا تیر در اختیار گیاه قرار داده می‌شود. واکنش گیاه به کود نیتروژنه در عملیات کشت مستقیم با بازرویی چند ساله متفاوت است. در این میان بازرویی اول از پتانسیل بالاتری نسبت به سایر بازرویی‌ها برخوردار است. لذا مقدار و تقسیط

1- Rasiah & Armour
2- Srivastava & Suarez
3- plant farms
4- ratoon
5- Wood *et al.*
6- Muchovej & Newman
7- Nitrogen use efficiency
8- Muchow & Robertson
9- Lakshmikantham
10- Nitrogen apparent recovery fraction
11- Dilz
12- Isa *et al.*
13- Ng Kee Kwong & Deville
14- Van Miegroet *et al.*
15- Lee & Jose

نیتروژن می‌تواند بر محصول ساقه اثر داشته باشد (ویدنفیلد[1]، ۲۰۰۰).

اهداف این مطالعه بررسی اثر مقدار و تقسیط نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی بازرویی اول نیشکر و راندمان مصرف نیتروژن در این گیاه است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در جنوب غرب ایران در مرکز تحقیقات نیشکر خوزستان واقع در ۳۰ کیلومتری جنوب اهواز با مشخصات طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه شمالی انجام شد. محل اجرای طرح دارای آب و هوایی نیمه خشک (متوسط درجه حرارت سالانه ۲۴/۹ سانتیگراد و متوسط بارندگی سالیانه ۱۷۰ میلیمتر) و خاکی با فامیل fine loamy carbonatic hyperthermic, Typic Torrifluvents می‌باشد. بافت لایه‌های مختلف خاک لوم تا لوم رسی و بیشترین مقدار رس در عمق ۱۰۰-۶۰ سانتی‌متری بود. مقدار کربن آلی ۰/۲۷ درصد، و نیتروژن کل و غلظت نیترات نسبتاً کم بود (جدول ۱). نیشکر کشت شده رقم CP48-103 بود. این واریته میان‌رس، دارای عملکرد بالا، فیبر کم، متحمل به سرما، حساس به بادهای گرم و از قدرت بازرویی بالایی برخوردار است. در مرداد ۱۳۸۴ مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود دی‌آمونیم فسفات به خاک اضافه شد. سپس کاشت با استقرار ساقه‌ها در جوی‌ها انجام و در بهمن ۱۳۸۵ برداشت گردید. ساقه‌ها مجدداً از پاجوش های مستقر در خاک، رشد را آغاز کردند. این مقطع از دوره رشد، آغاز بازرویی اول محسوب می‌شود که تیمارهای مربوطه اعمال شد. در اردیبهشت ۱۳۸۶ قبل از افزودن کود نیتروژن به خاک، از اعماق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۱۰۰-۶۰ سانتی‌متری از خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه شد. در آزمایشگاه، نمونه‌ها پس از خشک شدن در هوای آزاد از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند. هدایت الکتریکی عصاره اشباع (رودس[2]، ۱۹۹۶) و pH خمیر اشباع (توماس[3]، ۱۹۹۶) نمونه‌های خاک تعیین گردید. مقدار کربن آلی با روش اکسیداسیون اندازه‌گیری شد (نلسون و سامرز[4]، ۱۹۹۶). توزیع اندازه ذرات با روش پیپت تعیین گردید (جی و بادر[5]، ۱۹۸۶). همچنین در این نمونه‌ها نیتروژن کل بعد از هضم با اسید سولفوریک غلیظ (برمنر[6]، ۱۹۹۶)، فسفر قابل جذب با روش اسید آسکوربیک (کو[7]، ۱۹۹۶)، پتاسیم قابل جذب با روش استات آمونیم (هلمکه و اسپارکز[8]، ۱۹۹۶)، نیترات و آمونیم با روش کلرور پتاسیم (مولوانی[9]، ۱۹۹۶) اندازه‌گیری شدند.

آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی مشتمل بر سه مقدار N_1=۹۲ ، N_2=۱۳۸، N_3=۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در کرت‌های اصلی، و سه تقسیط متفاوت کود اوره (٪۴۰-۴۰-۲۰؛ AP_1، ٪۳۵-۳۵-۳۰؛ AP_2 ، ٪۴۰-۳۰-۳۰؛ AP_3) در کرت‌های فرعی با سه تکرار انجام شد. مقدار کود پیش بینی شده برای هر تیمار در آب حل و در تاریخ‌های ۱۶ اردیبهشت، ۱۶ خرداد و ۱۶ تیر ۱۳۸۶ (به ترتیب ۶۷، ۹۸ و ۱۲۹ روز پس از برداشت نیشکرکشت مستقیم) در مراحل پنجه زنی، ابتدای ساقه رفتن و رشد سریع ساقه (بی نام، ۱۳۷۸) به خاک داده شد.

هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف ۱۰ متری با ۱/۸۳ متر فاصله بین ردیف‌ها بود. فاصله بین کرت‌ها دو متر و فاصلهٔ بین بلوک‌ها ۳/۶۶ متر تعیین شد. محصول نیشکر در ۱۱ اسفند ۱۳۸۶ (۳۶۷ روز پس از برداشت نیشکرکشت مستقیم) برداشت گردید. تمامی ساقه‌های

1- Wiedenfeld

2- Rhoades
3- Thomas
4- Nelson & Sommers
5- Gee & Bauder
6- Bremner
7- Kuo
8- Helmke & Sparks
9- Mulvaney

دو ردیف وسط هر کرت جدا و پس از جدا نمودن برگ و غلاف‌ها توزین شده و به عنوان محصول ساقه نامگذاری گردید. تعداد ۲۰ عدد ساقه از هر کرت به‌طور تصادفی برداشت و با استفاده از پرس هیدرولیکی شربت آن‌ها استحصال و جهت تعیین در صد ذرات جامد معلق[1] معلق[1] با استفاده از رفراکتومتر و در صد مواد قندی محلول[2] با استفاده از ساکاریمتر اندازه‌گیری شدند و مقدار ساکارز ساقه با استفاده از روش Winter-Carp محاسبه شد (چن و چو[3]، ۱۹۹۳). مقدار هدایت الکتریکی، سدیم، پتاسیم و نیتروژن باقی‌مانده در شربت نیز تعیین شد. تعداد ۱۰ عدد ساقه به‌طور جداگانه از هر کرت به‌طور تصادفی برداشت و مقدار فیبر با روش wet disintegrator (آیکومسا[4]، ۱۹۹۴) اندازه‌گیری گردید. راندمان مصرف نیتروژن نیز از تفاوت مقدار محصول در تیمارهای با کود و بدون کود تقسیم بر مقدار نیتروژن مصرف شده محاسبه شد (نووآ و لومیس[5]، لومیس[5]، ۱۹۸۱). نتایج با استفاده از برنامهٔ آماری SAS (۲۰۰۳) تجزیه گردیدند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات ساقه و شربت

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که مقادیر نیتروژن و تقسیط آن اثر معنی دار بر خصوصیات اندازه گیری شده نداشت. عملکرد ساقه از ۸۱/۱ تن در هکتار در تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تقسیط ۴۰-۴۰-۲۰ در صد تا ۹۱/۷ تن در هکتار در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تقسیط ۴۰-۴۰-۲۰ در صد متغیر بود (جدول ۳). با این حال میانگین محصول ساقه با مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ۸۸/۲ تن در هکتار رسید که کمی بیشتر از مقدار بدست آمده در تیمارهای ۹۲ و ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می باشد. گواندر و همکاران[6] (۲۰۰۴) گزارش نمودند که تولید بیشتر ساقه و ساکارز به‌طور معنی‌دار با مصرف صحیح مقادیر کودهای شیمیایی ارتباط دارد. ویدنفیلد (۲۰۰۰) در تگزاس نشان داد که مصرف نیتروژن در نیشکر کشت مستقیم و بازرویی اول در خاک با بافت لوم رسی شنی و در شرایط آب و هوایی نیمه خشک لازم نیست با این وجود فان آنت ورپن و همکاران[7] (۲۰۰۱) گزارش نمودند که تولید نیشکر در نبود نیتروژن سبب کم شدن ماده آلی خاک و در نتیجه کاهش سلامت آن می‌شود. همچنین کی‌تینگ و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که در خاک‌های حاصلخیز و در مزارع کشت مستقیم می‌توان از مقدار کم نیتروژن استفاده کرد. همچنین وود و همکاران (۱۹۹۷) اظهار داشتند که در بازرویی می‌بایست از کود بیشتری جهت افزایش محصول استفاده نمود. با این حال نتایج این تحقیق نشان داد که به نیتروژن بیش تر از ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیاز نمی‌باشد.

در هرحال نه افزایش مصرف نیتروژن و نه نوع تقسیط آن نتوانست تولید ساقه را افزایش دهد. توربورن و همکاران (۲۰۰۱) گزارش نمودند که با افزایش بیشتر از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، محصول ساقه ثابت ماند.

مقادیر در صد ذرات جامد معلق، در صد مواد قندی محلول، درجه خلوص شربت و شکر قابل استحصال بترتیب از ۱۹/۷، ۱۸/۰، ۹۱/۲ و ۱۱/۴ به ۲۰/۳، ۱۸/۸، ۹۲/۷ و ۱۲/۰ در صد در تیمارهای مختلف تغییر کرد ولی میانگین آن‌ها در تیمارها و تقسیط های مختلف معنی‌دار نبود.

با توجه به اینکه محصول شکر از حاصل ضرب شکر قابل استحصال در محصول ساقه بدست می‌آید، لذا این پارامتر در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و

1- Brix
2- Pol
3- Chen & Chou
4- ICUMSA
5- Novoa & Loomis

6- Gawander *et al.*
7- Van Antwerpen *et al.*

تقسیط ۴۰-۴۰-۲۰ در صد حداکثر و برابر ۱۰/۶ تن در هکتار و در تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تقسیط ۴۰-۴۰-۲۰ درصد حداقل و برابر ۹/۷ تن در هکتار بود (جدول ۳). راتی و هوگارت[1] (۲۰۰۱) و ویدنفیلد (۲۰۰۰) گزارش نمودند که محصول شکر با افزایش بیش از حد نیتروژن کاهش یافت. در این مطالعه نشان داده شد که با مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، متوسط شکر تولیدی به بالاترین مقدار یعنی ۱۰/۴ تن در هکتار رسید (جدول۳).

تغییرات مقدار هدایت الکتریکی از ۷/۸ تا ۹/۲ دسی زیمنس بر متر، سدیم از ۱۴۴/۹ تا ۴۱۷/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم، پتاسیم از ۳۷۴۹/۲ تا ۴۴۶۹/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و نیتروژن باقی مانده از ۰/۰۱۵ تا ۰/۰۲۷ درصد در شربت متغیر بود (جدول ۳). پتاسیم و سدیم شربت سبب افزایش خاکستر در آن شده و از استحصال شکر در کارخانه جلوگیری می کنند. مالاولتا[2] (۱۹۹۴) گزارش نمود که پتاسیم بیش از سایر عناصر در نیشکر تجمع می یابد. او اظهار کرد که در نبود پتاسیم، انتقال مواد قندی از برگ به ساقه در نیشکر کاهش یافت. در این تحقیق مقدار پتاسیم خاک از ۸۷/۰ تا ۱۳۹/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر بود (جدول ۱)، لذا غلظت بالای این عنصر ممکن است باعث تجمع زیاد آن در شربت شود. در تحقیق حاضر نیز دیده شد که مقدار پتاسیم در شربت استحصالی از گیاه بسیار بیشتر از سدیم بود. نتایج این بررسی نشان داد که مقدار پتاسیم در تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و سدیم در تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کمتر از تیمارهای دیگر بود.

مقدار هدایت الکتریکی در تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود. همچنین نیتروژن باقیمانده در شربت که مانع استحصال شکر در کارخانه می‌شود در تیمارهای مختلف جزیی بوده و معنی‌دار نیست.

مقدار فیبر از ۹/۴ درصد در تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تقسیط ۴۰-۳۰-۳۰ درصد و ۱۱/۸ درصد در تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تقسیط ۴۰-۳۰-۳۰ درصد متغیر بود (جدول ۳). مقدار فیبر از ۱۱/۱ درصد در تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ۱۰ درصد در تیمارهای ۱۳۸ و ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش یافت. مالاولتا (۱۹۹۴) نشان داد که با افزایش نیتروژن از مقدار فیبر کاسته می شود. این مطالعه نشان داد که عکس العمل نیشکر به نیتروژن از نظر محصول تولیدی قابل ملاحظه نبوده و نیاز به مصرف نیتروژن اضافه نیست. همچنین تقسیط کود، اثری بر مقدار تولید محصول نداشت.

کارآیی مصرف نیتروژن

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که فقط مقدار نیتروژن اثر معنی‌دار بر کارآیی مصرف نیتروژن دارد. حداکثر کارآیی مصرف نیتروژن برای شکر تولیدی در تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تقسیط ۴۰-۳۰-۳۰ درصد برابر ۴۸/۳ کیلوگرم شکر بر کیلوگرم نیتروژن و حداقل آن در تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تقسیط ۳۵-۳۵-۳۰ درصد و برابر با ۲۲/۷ کیلوگرم شکر بر کیلوگرم نیتروژن بود. این مقدار برای محصول ساقه ۳۴۳/۹ کیلوگرم ساقه بر کیلوگرم نیتروژن در تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تقسیط ۴۰-۳۰-۳۰ درصد و ۱۷۹/۴ کیلوگرم ساقه بر کیلوگرم نیتروژن در تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تقسیط ۳۵-۳۵-۳۰ درصد می‌باشد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار کارآیی مصرف نیتروژن در ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حداکثر بود. این مقدار برای ساقه تولیدی ۲۸۱/۷ کیلوگرم ساقه بر کیلوگرم نیتروژن و برای شکر تولید شده ۴۳/۲ کیلوگرم شکر بر کیلوگرم نیتروژن بدست آمد هر چند که این مقدار با مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار معنی‌دار نبود.

1- Rattey & Hogarth
2- Malavolta

جدول ۱- میانگین خصوصیات خاک قبل از کاربرد کود نیتروژن

عمق (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	بافت	شن	لای	رس	کربن آلی	نیتروژن کل ٪	فسفر قابل جذب	پتاس قابل جذب	آمونیم	نیترات
				در صد					میلی‌گرم بر کیلو گرم			
۰-۳۰	۱/۷	۷/۸	لوم	۴۷/۴	۳۱/۴	۲۱/۲	۰/۲۷	۰/۰۴۳	۱/۰۸	۱۲۱/۸	۱/۰	۱/۳۰
۳۰-۶۰	۱/۹	۷/۹	لوم	۴۱/۴	۳۵/۴	۲۳/۲	۰/۲۱	۰/۰۳۴	۰/۶۸	۸۷/۰	۰/۹۴	۰/۴۳
۶۰-۱۰۰	۲/۴	۷/۹	لوم رسی	۲۱/۴	۴۱/۴	۳۷/۲	۰/۲۱	۰/۰۴۲	۱/۸۱	۱۳۹/۱	۰/۸۸	۰/۴۳

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

نتایج تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		ذرات جامد معلق	مواد قندی محلول	درجه خلوص	شکر قابل استخراج	شکر تولیدی	هدایت الکتریکی	سدیم	پتاسیم	نیتروژن باقی مانده	ساقه تولیدی	فیبر	کارآیی مصرف نیتروژن
													نی / شکر
بلوک	۲	۰/۰۶^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۲/۸۵^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۹/۴۶*	۷۰^{ns}۱/	۴۱۴۲۶/۷۷^{ns}	۲۶۰۷۰۱/۶۵^{ns}	۰/۰۰۰۰۶^{ns}	۵۲۹/۴۳^{ns}	۱۰/۱۸*	۱۲۶۸۶/۶۲^{ns} / ۴۵۸/۵۴*
نیتروژن	۲	۰/۳۳^{ns}	۰/۵۷^{ns}	۱/۵۸^{ns}	۰/۳۳^{ns}	۰/۴۵^{ns}	۲/۱۰^{ns}	۲۷۷۵۷/۴۱^{ns}	۴۹۳۳۸۰/۸۵^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۶۹/۸۹^{ns}	۳/۰۸^{ns}	۲۴۹۵۲/۰۵* / ۷۷۱/۲۹*
اشتباه a	۴	۰/۴۴	۰/۷۹	۲/۷۶	۰/۴۹	۲/۹۲	۳/۰۸	۶۷۹۵۲/۰۱	۹۴۷۵۵۱/۴۵	۰/۰۰۰۰۶	۱۸۰/۸۶	۱/۴۶	۳۳۷۲/۰۱ / ۶۵/۲۶
تقسیط	۲	۰/۱۳^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۱/۷۴^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۸۰^{ns}	۱۰۹۲۶/۹۸^{ns}	۱۳۶۲۴۳/۲۹^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۵^{ns}	۱۰/۳۶^{ns}	۰/۴۲^{ns}	۴۰۰۱/۷۱^{ns} / ۵۰/۴۲^{ns}
نیتروژن× تقسیط	۴	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۳۳^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۵۳^{ns}	۱۳۶۶۴/۸۵^{ns}	۶۳۳۰۲/۸۹^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۲۱/۱۶^{ns}	۱/۵۸^{ns}	۹۱۴۶/۹۴^{ns} / ۹۸/۴۸^{ns}
اشتباه b	۱۲	۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۹۲	۰/۱۶	۲/۰۲	۰/۳۹	۱۱۸۷۸/۲۱	۹۲۷۶۵/۷۹	۰/۰۰۰۰۱	۱۳۹/۳۲	۱/۲۶	۲۹۳۰/۸۱ / ۷۱/۹۵
ضریب تغییرات (٪)		۲	۲/۸	۱	۳/۵	۱۴	۷/۴	۳۸/۱	۷/۵	۱۴/۸	۱۳/۷	۱۰/۸	۲۲/۵ / ۲۴/۸

^{ns}غیر معنی دار؛ * معنی دار در سطح ۵٪

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات کیفی شربت در تیمارهای مختلف

تیمارها	ذرات جامد معلق	مواد قندی محلول	درجه خلوص	شکر قابل استخراج	شکر تولیدی	هدایت الکتریکی	سدیم	پتاسیم	نیتروژن باقی مانده	ساقه تولیدی	فیبر	کارآیی مصرف نیتروژن	
												نی	شکر
	درصد				تن در هکتار	دسی زیمنس بر متر	میلی گرم در کیلوگرم		درصد	تن در هکتار	درصد	کیلو گرم بر کیلوگرم نیتروژن	
N_1 (92 Kg N ha^{-1})	۲۰/۱ a	۱۸/۶ a	۹۲/۵ a	۱۱/۹ a	۹/۹ a	۷/۸ a	۳۰۴/۹ a	۳۷۸۰/۰ a	۰/۰۱۶ a	۸۳/۳ a	۱۱/۱ a	۲۸۱/۷a	۴۳/۲a
N_2 (138 Kg N ha^{-1})	۲۰/۰ a	۱۸/۴ a	۹۱/۹ a	۱۱/۸ a	۱۰/۴ a	۸/۷ a	۳۳۰/۲ a	۴۱۷۰/۰ a	۰/۰۲۱ a	۸۸/۲ a	۱۰/۰ a	۲۶۰/۰a	۳۴/۶ab
N_3 (184 Kg N ha^{-1})	۱۹/۸ a	۱۸/۱ a	۹۱/۷ a	۱۱/۵ a	۱۰/۲ a	۸/۶ a	۲۲۳/۹ a	۴۱۹۹/۴ a	۰/۰۲۵ a	۸۸/۰ a	۱۰/۱ a	۱۸۱/۶b	۲۴/۷b
AP_1 (20-40-40%)	۲۰/۰ a	۱۸/۴ a	۹۱/۹ a	۱۱/۷ a	۱۰/۳a	۸/۷ a	۳۰۵/۱ a	۴۱۸۹/۹ a	۰/۰۲۲ a	۸۷/۶ a	۱۰/۵ a	۲۱۸/۳a	۳۱/۸ a
AP_2 (30-35-35%)	۱۹/۹ a	۱۸/۲ a	۹۱/۷ a	۱۱/۶ a	۱۰/۰ a	۸/۲ a	۲۴۶/۱ a	۳۹۵۹/۴ a	۰/۰۲۱ a	۸۶/۴ a	۱۰/۱ a	۲۴۵/۳a	۳۴/۲ a
AP_3 (30-30-40%)	۲۰/۱ a	۱۸/۶ a	۹۲/۵ a	۱۱/۹ a	۱۰/۲ a	۸/۳ a	۳۰۷/۷ a	۴۰۰۰/۱ a	۰/۰۲۰ a	۸۵/۵ a	۱۰/۵ a	۲۵۹/۹ a	۳۶/۶ a
N_1AP_1	۲۰/۲ a	۱۸/۷ a	۹۲/۷ a	۱۲/۰ a	۹/۷ a	۷/۸ a	۲۷۴/۵ a	۳۸۴۰/۲ a	۰/۰۱۵ a	۸۱/۱ a	۱۰/۵ a	۱۸۷/۰ a	۳۳/۴ a
N_1AP_2	۲۰/۰ a	۱۸/۴ a	۹۲/۱ a	۱۱/۸ a	۱۰/۰ a	۷/۸ a	۳۰۷/۴ a	۳۷۴۹/۲ a	۰/۰۱۶ a	۸۵/۲ a	۱۱/۰ a	۳۱۴/۳a	۴۸/۱ a
N_1AP_3	۲۰/۳ a	۱۸/۸ a	۹۲/۷ a	۱۲/۰ a	۱۰/۰ a	۷/۹ a	۳۳۲/۷ a	۳۷۵۰/۵ a	۰/۰۱۸ a	۸۳/۵ a	۱۱/۸ a	۳۴۳/۹ a	۴۸/۳ a
N_2AP_1	۱۹/۹ a	۱۸/۲ a	۹۱/۵ a	۱۱/۶ a	۱۰/۶ a	۹/۲ a	۴۱۷/۱ a	۴۲۶۰/۱ a	۰/۰۲۳ a	۹۱/۷ a	۱۰/۱ a	۲۸۴/۴a	۳۶/۵ a
N_2AP_2	۲۰/۰ a	۱۸/۳ a	۹۱/۷ a	۱۱/۷ a	۱۰/۰ a	۸/۷ a	۲۸۶/۰ a	۴۲۰۰/۳ a	۰/۰۲۱ a	۸۶/۱ a	۹/۷ a	۲۴۲/۲a	۳۱/۷ a
N_2AP_3	۲۰/۳ a	۱۸/۸ a	۹۲/۶ a	۱۲/۰ a	۱۰/۴ a	۸/۳ a	۲۸۷/۵ a	۴۰۴۹/۵ a	۰/۰۲۰ a	۸۶/۷ a	۱۰/۳ a	۲۵۳/۵a	۳۵/۴ a
N_3AP_1	۱۹/۸ a	۱۸/۱ a	۹۱/۴ a	۱۱/۵ a	۱۰/۴ a	۹/۲ a	۲۲۳/۹ a	۴۴۶۹/۴ a	۰/۰۲۷ a	۹۰/۰ a	۱۱/۰ a	۱۸۳/۴a	۲۵/۶ a
N_3AP_2	۱۹/۷ a	۱۸/۰ a	۹۱/۲ a	۱۱/۴ a	۱۰/۰ a	۷/۹ a	۱۴۴/۹ a	۳۹۲۸/۶ a	۰/۰۲۷ a	۸۸/۰ a	۹/۸ a	۱۷۹/۴a	۲۲/۷ a
N_3AP_3	۱۹/۸ a	۱۸/۳ a	۹۲/۴ a	۱۱/۷ a	۱۰/۱ a	۸/۸ a	۳۰۲/۸ a	۴۲۰۰/۳ a	۰/۰۲۲ a	۸۶/۲ a	۹/۴ a	۱۸۲/۱a	۲۶/۰ a

وجود حروف غیر مشابه در هر ستون، با آزمون دانکن به منزله اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪

N_1, N_2, N_3به ترتیب ۹۲، ۱۳۸ و ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و AP_1, AP_2, AP_3 به ترتیب تقسیط به مقدار ۴۰-۴۰-۲۰، ۳۵-۳۵-۳۰ و ۴۰-۳۰-۳۰ در صد

کندی و همکاران[1] (۲۰۰۲) گزارش نمودند که راندمان مصرف نیتروژن بیشتر، در کمترین مقدار مصرف شده آن رخ می دهد.

با وجودی که هیچکدام از اثرات مقدار نیتروژن و نوع کاربرد و اثرات متقابل این دو بر عملکرد ساقه معنی دارنبود ولی بررسی اثر روش کاربرد نشان داد که بیشترین محصول ساقه با ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و با تقسیط ۴۰-۴۰-۲۰ درصد به ۹۱/۷ تن ساقه در هکتار رسید.

افزایش مقدار نیتروژن و تقسیط آن نتوانست اثرات مضر مصرف نیتروژن را جبران نماید. توربورن و همکاران (۲۰۰۱) گزارش نمودند که با افزایش بیشتر از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، محصول ساقه ثابت ماند. همین روند در مورد شکر تولیدی نیز وجود دارد. در این تحقیق بیشترین مقدار شکر نیز با ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تقسیط ۴۰-۴۰-۲۰ درصد به ۱۰/۶ تن در هکتار رسید و افزایش مقدار نیتروژن حتی باعث کاهش آن گردید. برخی از محققین نیز نشان دادند که با افزایش مصرف نیتروژن، شکر تولیدی کاهش یافت (جینتاکانون و همکاران[2]، ۲۰۰۳؛ سری‌واروم و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با توجه به هزینه‌های بالای کود و مسایل زیست محیطی توصیه نمی‌شود. علاوه بر آن مصرف بیش از حد نیتروژن باعث افزایش شستشوی NO_3^- و آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود (ارساهین[3]، ۲۰۰۱). توربورن (۲۰۰۴) نشان داد که با مصرف کمتر کودهای نیتروژن، هدررفت آن به سرعت کاهش یافت و این هدررفت با سیستم‌های مدیریتی که مصرف نیتروژن را با نیاز گیاه تطبیق دهد، حداقل می‌شود.

نتیجه گیری

به طور کلی به نظر می‌رسد در شرایط خاک‌های موجود و در تقسیط‌های سه نوبته امکان افزایش مصرف نیتروژن به بیش از ۱۳۸ کیلوگرم ضرورت ندارد و قسمت اعظم کود به صورت محلول در آب از دسترس گیاه خارج می‌شود. از طرف دیگر با توجه به دوره طولانی رشد و نمو نیشکر تقسیط کود نیتروژنی به سه نوبت و با فواصل سی روزه کافی نیست و شاید تعداد تقسیط بیشتر بتواند میزان و راندمان مصرف نیتروژن را در جهت افزایش تولید در شرایط استان خوزستان افزایش دهد. در هر حال از نظر اقتصادی و زیست محیطی مصرف مقدار زیاد کود نیتروژن (۱۸۴ کیلوگرم در هکتار) توصیه نمی گردد.

سپاس گزاری

بدین وسیله از موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر خوزستان برای همکاری بی دریغ در اجرای این طرح تشکر و قدردانی می‌گردد.

1- Kennedy *et al.*
2- Jintakanon *et al.*
3- Ersahin

منابع

۱. برزگر، ع. ر. و کوچک زاده، ا. ۱۳۸۰. وضعیت کادمیم در زمین‌های تحت کشت نیشکر در خوزستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۵ (۲): ۵۵-۶۴.

۲. بی نام. ۱۳۷۸. پروژه مطالعاتی نیشکرستان. بخش دوم: تغذیه نیشکر. انتشارات کشت و صنعت کارون. ۱۱۳ ص.

3. Bremner, J.M. 1996. Nitrogen- Total. In Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. and Sumner, M.E. (ed), Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA. pp: 1085-1121.

4. Chen, J.C.P., and Chou, C.C. 1993. Chen-Chou cane sugar Handbook: a manual for cane sugar manufactures and their chemists, 12th eds. John Wiley and Sons, Inc., NY., 580p.

5. Dilz, K. 1988. Efficiency of uptake and utilization of nitrogen by plants. In Jenkinson, D.S., and Smith K.A. (ed), Nitrogen efficiency in agricultural soils. Elsevier Applied Science, London. pp: 450.

6. Ersahin, S. 2001. Assessment of spatial variability in nitrate leaching to reduce nitrogen fertilizers impact on water quality. Journal of Agriculture and Water Management, 48: 179-189.

7. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle-size Analysis. In Klute, A., (ed), Methods of Soil Analysis. Part 1- Physical and Mineralogical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 9, 2nd edition, Madison, WI, USA. pp: 383-411.

8. Gawander, J.S., Gangaiya, P., and Morrison, R.J. 2004. Potassium responses and budgets in the growth of sugarcane in Fiji. Sugar Cane International, 22(1): 3-8.

9. Helmke, P.A., and Sparks, D.L. 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium and Cesium. In Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C. T. and Sumner, M. E. (ed), Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA., pp: 551-574.

10. ICUMSA. 1994. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. Method GS5/7-1. Methods Book, with first supplement 1998, UK., pp: 1-8.

11. Isa D.W., Hofman, G., and van Cleemput, O. 2006. Uptake and balance of fertilizer nitrogen applied to sugarcane. Field Crops Research, 95 (2-3): 348-354.

12. Jintakanon, S., Jintakanon, P., and Umpantong, U. 2003. Increasing yield and quality of sugarcane by adjusting row spacing and fertilizer rate on season planting in calcareous in soil. Thailand Journal of Cane and Sugar, 10(3): 26-39.

13. Keating, B.A., Verburg, K., Huth, N.I., and Robertson, M.J. 1997. Nitrogen management in intensive agriculture: sugarcane in Australia. In Keating, B. A. and J. R. Wilson (ed), Intensive sugarcane production: Meeting the challenges beyond 2000. CAB International, Wallingford, UK. pp: 221-242

14. Kennedy, C., Arceneaux, A., Hallmark, B., Legender, B., Riaud, R., Cormier, H., Flanagan, J., Garrett, J., Guidry, A., Joffrion, B., and Louque, R. 2002. Soil fertility research in sugarcane in 2002. St. Gabriel Research Station and Louisiana Cooperative Extension Service. pp: 132-141.

15. Kuo, S. 1996. Phosphorus. In Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., and Sumner, M.E. (ed), Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA. pp: 869-919.

16. Lakshmikantham, M. 1983. Technology in sugarcane growing. Second edition. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi. 259 p.

17. Lee, K.H., and Jose, S. 2005. Nitrate leaching cottonwood and loblolly pine biomass plantations along a nitrogen fertilization gradient. Journal of Agriculture and Ecosystem Environment, 105 (4): 615-623.

18. Malavolta, E. 1994. Nutrient and fertilizer management in sugarcane. IPI-Bulletin No. 14, International Potash Institute, Basel, Switzerland, 104 p.

19. Muchovej, R., and Newman, P. 2004. Nitrogen fertilization of sugarcane on sandy soil: I. yield and leaf nutrient composition. Journal of America Society Sugar Cane Technology, 24: 210-224.

20. Muchow, R.C., and Robertson, M.J. 1992. Relating crop nitrogen uptake to sugarcane yield. In Australian Society of Sugar Cane Technologists, Townsville, Queensland. pp: 122-129.

21. Mulvaney, R.L. 1996. Nitrogen- Inorganic Forms. In Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., and Sumner, M.E. (ed), Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA., pp: 1123-1184.

22. Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1996. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabai, M. A., Johnston, C. T. and Sumner, M. E. (ed), Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA., pp: 961-1010.

23. Ng Kee Kwong, K.F., and Deville, J. 1995. Nitrogen fertilizer use by sugarcane ratoon crops in Mauritius. Proceeding International Society of Sugar Cane Technologists, 2: 42-54.

24. Novoa, R., and Loomis, R.S. 1981. Nitrogen and plant production. Plant Soil 58: 177-204.

25. Peralta, J.M., and Stockle, C.O. 2001. Dynamics of nitrate leaching under irrigated potato rotation in Washington State: a long-term simulation study. Journal of Agriculture and Ecosystem Environment, 88: 23-34.

26. Rasiah, V., and Armour, J.D. 2001. Nitrate accumulation under cropping in the ferrosols of Far North Queensland wet tropics. Australian Journal of Soil Research, 39: 329-341.

27. Rattey, A.R., and Hogarth, D.M. 2001. The effect of different nitrogen rates on CCS accumulation over time. In Proceeding International Society of Sugar Cane Technologists. Brisbane, Australia, 24: 168-170.

28. Rhoades, J.D. 1996. Salinity: Electrical Conductivity and Total Dissolved Solids. In Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C. T. and Sumner, M. E. (ed), Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA., pp: 417-435.

29. SAS Institute: 2003. SAS/STAT® Software, Changes and enhancements Through Release 9.1 Edition, SAS Institute Inc., Cary, NC.

30. Sreewarome, A., Saensupo, S., Prammannee, P., and Weerathworn, P. 2007. Effect of rate and split application of nitrogen on agronomic characteristics, cane yield and juice quality. pp: 465-469, In Proceeding International Society of Sugar Cane Technologists. Durban, South Africa.

31. Srivastava, S., and Suarez, N. 1992. Sugarcane. pp: 257-266, In Wichmann, W., (ed), World Fertilizer Use Manual, BASF AG, Germany.

32. Thomas, G.W. 1996. Soil pH and Soil Acidity. In Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. and Sumner, M.E. (ed), Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA. pp: 475-490.

33. Thorburn, P.J. 2004. Review of nitrogen fertilizer research in the Australian sugar industry. Final Report., 125 p.

34. Thorburn, P.J., Meier, E.A., and Probert, M.E. 2005. Modelling nitrogen dynamics in sugarcane systems: Recent advances and applications. Field Crop Research, 92(3): 317-351.

35. Thorburn, P.J., Biggs, J.S., Keating, B.A., Weier, K.L., and Robertson, F.A. 2001. Nitrate in groundwaters in the Australian sugar industry. pp: 131-134, In Proceeding International Society of Sugar Cane Technologists, Brisbane, Australia.

36. Van Antwerpen, R., Meyer, J.H., and Tumer, P.E.T. 2001. The effects of cane trash on yield and nutrition from 61 year old BT1 trial at Mount Edgecombe. Proceeding of the South African Sugar Technologists Association, 75: 235-241.

37. Van Miegroet, H., Norby, R.J., and Tschaplinski, T.J. 1994. Nitrogen fertilization strategies in a short- rotation sycamore plantation. Forest Ecology and Management, 64: 13-24.

38. Wiedenfeld, R.P. 2000. Water stress during different sugarcane growth periods on yield and response to N fertilization. Journal of Agriculture and Water Management, 43 (2): 173-182.

39. Wood, A., Bramley, R., Meyer, J., and Johnson, A. 1997. Opportunities for improving nutrient management of sugarcane. In Keating, B., and Wilson, J. (ed), Intensive sugarcane production. Meeting the challenges beyond 2000. CAB International, Wallingford, UK., pp: 243-266.