Archive of SID

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 6، بهمن – اسفند 1394، ص. 1650-1640

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 6, Jan.-Feb. 2016, p. 1640-1650

اثرات نوع و مقدار نیتروژن و آبیاری بر جذب نیتروژن ذرت علوفه ای و نیترات باقی مانده خاک

محمدعلی خودشناس[1*] - جواد قدبیک لو[2]- مسعود دادیور[3]

تاریخ دریافت: 1393/06/31
تاریخ پذیرش: 1394/07/19

چکیده

بهبود مدیریت نیتروژن در رابطه با تولید ذرت رابطه تنگاتنگی با مقدار رطوبت خاک دارد. در این مطالعه اثرات نوع و مقادیر کود نیتروژنی و آب آبیاری بر تولید ذرت علوفه ای مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق بصورت کرتهای دوبار خرد شده با سه تکرار به مدت سه سال در ایستگاه کشاورزی اراک به اجرا در آمد. کرت اصلی شامل دور آبیاری پس از 70 ، 100 و 130 میلیمتر تبخیر تجمعی از تشتک کلاس A و کرت فرعی شامل دو منبع کود اوره و نیترات آمونیم و کرت های فرعی فرعی 5 مقدار نیتروژن (0، 100، 200، 300 و 400 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بود. نتایج نشان داد که تنش آبی تولید علوفه خشک را در سطح یک درصد، به صورت منفی و معنی دار کاهش داده ولی مقدار نیتروژن در این راستا دارای تاثیر مثبت و معنی دار بود. مقدار نیتروژن در سطح یک درصد بر روی غلظت نیتروژن گیاه، تاثیر مثبت و معنی دار داشت، بطوریکه مقدار آن از 0/97 درصد در تیمار شاهد به 1/36 درصد در تیمار 300 کیلوگرم نیتروژن در هکتار رسید. جذب کل نیتروژن گیاه در شرایط رطوبتی متفاوت به صورت مثبت و معنی دار تحت تاثیر مقدار نیتروژن قرار گرفت. همچنین اثرات متقابل آبیاری، مقدار و منبع نیتروژن در سالهای مختلف، بر نیترات باقیمانده در هر دو عمق 0 تا 30 و 30 تا 60 سانتیمتر در سطح یک درصد مثبت و معنی دار بود. معادلات رگرسیون خطی نشان داد که با افزایش مقدار کود نیتروژن، نیترات باقیمانده در هر دو عمق 30-0 و 60-30 سانتیمتری زیاد شد و با مصرف 400 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، این مقدار در عمق های یاد شده به ترتیب به 24/7 و 26/1 میلی گرم در کیلوگرم رسید. بنابراین با در نظر گرفتن راندمان جذب کل نیتروژن، مقدار نیترات باقیمانده در خاک و عملکرد بهینه، مقدار 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره و آبیاری پس از 100 میلی متر تبخیر برای ذرت علوفه ای در شرایط مشابه این آزمایش ، قابل توصیه می باشد.

واژه های کلیدی: ذرت سیلویی، تنش آبی، نیاز کودی

مقدمه

گیاه ذرت به دلیل کاربرد گسترده در زمینه هایی نظیر تغذیه انسان، دام و طیور، صنایع و داروسازی از اهمیت خاصی در تولیدات کشاورزی برخوردار است. از آنجا که آب و نیتروژن از عمده ترین نهاده های تعیین کننده سطح تولیدات کشاورزی جهان می باشند، آگاهی از اثرات توام آنها بر تولید گیاهان از جمله ذرت، سبب بهره وری بیشتر از این منابع می گردد (7، 12 و 16).

نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی ضروری جهت رشد گیاه می‌باشد که مصرف آن سبب تسریع رشد رویشی و افزایش عملکرد محصول می‌شود (2، 11 و 25). پاسخ نسبتاً مطلوب ذرت علوفه ای به کاربرد نیتروژن که عمدتا به شکل نیترات و آمونیوم جذب شده و از طریق تاثیر بر شاخصهای فیزیولوژیکی رشد سبب دستیابی به عملکرد بالاتر می گردد، معمولاً دلیلی برای مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنی از سوی کشاورزان می‌باشد (1 و 14). اغلب توصیه‌های نیتروژن در شرایط مطلوب آب آبیاری انجام می‌شود، اما بسیاری از اراضی محدودیت آب آبیاری دارند که در پاره ای مواقع مقدار بیشتری نیتروژن جهت کم کردن تبعات حاصل از تنش خشکی توصیه می‌گردد (23). اما لازم است دستورالعمل‌های کودی مطابق با شرایط تنش آبی در این اراضی صورت گیرد. زیرا کاهش منابع آب در جهان به چالش مهمی برای بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف

1 و 2- مربیان پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران
(*-نویسنده مسئول: Email: khodshenasm@gmail.com)
3 - مربی پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

کننده آب تبدیل شده است. کشور ما نیز از این قاعده مستثنی نیست چون در ناحیه خشک و نیمه خشک کره زمین قرار دارد و تقریبا 25 از درصد میانگین بارش جهانی برخوردار است. توزیع مناسب آب آبیاری در رابطه با مقدار تولید و کود مصرفی تاثیر شگرفی در افزایش راندمان مصرف آب دارد (25). در این رابطه مقتولی و همکاران (12) در مطالعه اثر سه سطح کود نیتروژن‌دار به همراه اعمال تنش آبی در 4 مرحله رشد مشاهده نمودند که افزایش کود نیتروژن‌دار، عملکرد ماده خشک، راندمان مصرف آب، درصد پروتئین، عملکرد پروتئین، عملکرد خاکستر و فیبر خام را افزایش داد. دوره‌های مختلف تنش خشکی نیز بر عملکرد ماده خشک، زمان برداشت و راندمان مصرف آب و عملکرد پروتئین تاثیر معنی‌داری داشت. همچنین آنان مشاهده نمودند که تنش خشکی در مرحله 8-7 برگی، دوره رشد رویشی را افزایش داد.

مصطفی و عبدالمجید (15) در تحقیقی نشان دادند که با افزایش مصرف نیتروژن و دور آبیاری از 15 به 7 روز، میانگین کارآیی مصرف آب از 17/5 به 47/5 افزایش یافت. افزایش مصرف نیتروژن در شرایط آبیاری مطلوب از طریق رشد سریعتر برگها، سرعت بسته شدن سایه انداز گیاهی را افزایش داد و موجب به حداقل رساندن تصعید آمونیاک و کاهش تلفات آب از سطح خاک گردید، این وضعیت باعث افزایش عملکرد دانه و ماده خشک و بهبود کارایی مصرف آب شد (6).

نبوی و مظاهری (16) با مصرف 4 سطح 0 ، 100، 200 و 300 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نشان دادند که مصرف نیتروژن تا سطح 200 کیلوگرم در هکتار بطور معنی‌داری سبب افزایش عملکرد ماده خشک و شاخص سطح برگ گردید. البته مصرف زیاد کودهای نیتروژنی از تحرک ریشه‌ها برای دستیابی به مواد غذایی بیشتر می‌کاهد لذا افزایش کارایی مصرف کود نیتروژن‌دار در ارتباط تنگاتنگ با مقدار آب آبیاری است (2 ، 8 ، 14 و 25).طبق نظر بچلر (3) کاهش عملکرد ذرت علوفه‌ای به تعداد روزهائی که علائم تنش در ضمن دوره‌های مختلف رشد مشاهده می‌شود، بستگی دارد. تنش ناشی از خشکی در ضمن اوایل رشد رویشی ارتباط ناچیزی با مقدار علوفه تولید شده دارد. تنش چهار روزه در مرحله 12 تا 14 برگی، پتانسیل عملکرد ذرت را 5 تا 10 درصد و تنش 4 روزه در مرحله تشکیل خوشه نر پتانسیل عملکرد را 10 تا 25 درصد کاهش می‌دهد. البته بحرانی‌ترین مرحله تنش، ظهور کاکل می‌باشد که پتانسیل عملکرد 50-40 درصد کاهش می‌یابد.

تامسون (24) نشان داد که 59 درصد تفاوت عملکرد ذرت در سال‌های متمادی مورد مطالعه، در نتیجه تنش آبی بوجود آمده است. بنابر این تنش آبی که سبب کاهش رشد ریشه و جذب عناصر غذایی بویژه نیتروژن می‌شود با مصرف بهینه نیتروژن تا حدود زیادی جبران می‌شود. با کاربرد نیتروژن کافی جهت تولید هر کیلوگرم ذرت در خاک‌های ایالت میسوری مصرف آب به $^1/_3$ تقلیل یافت (25). ذرت مقدار زیادی از نیتروژن را در ضمن مرحله رشد رویشی از مرحله 8 برگی تا ظهور گلهای نر جذب می‌نماید بعد از گرده افشانی جذب این عنصر کاهش می یابد. همچنین مقدار پائین نیتروژن بومی خاک سبب می شود که حداکثر میزان جذب نیتروژن به تاخیر افتد (20). ذرت سیلیویی با عملکرد 71/7 تن در هکتار نیاز به حدود 270 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار دارد (16 ، 7 و 17).

هات فیلد و پروگر (8) در تحقیق خود در ایالت آیوا بر روی ذرت مقدار 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار را توصیه نمودند. آنان پائین بودن ماده آلی خاک را سبب کاهش کارایی مصرف آب و مصرف کود را باعث افزایش این شاخص گزارش کردند.

ایمارک و همکاران (9) با مطالعه بر روی ذرت در شرایط نیمه خشک ترکیه در خاکی با بافت سطحی رسی و تیمارهای آبیاری 75% , 50% و 25% رطوبت ظرفیت زراعی در یک دوره 1/5 ماهه از زمان ورود گیاه به فاز زایشی تا پر شدن دانه با مصرف 365, 441 و 347 میلیمتر آب آبیاری مقادیر عملکرد بدست آمده به ترتیب 5333 , 6058 و 4570 کیلوگرم در هکتار دانه ذرت بود. از جنبه زراعی و اقتصادی بهترین تیمار بدلیل حداکثر عملکرد و کاهش آبیاری غیر ضروری, آبیاری پس از 50% تخلیه از ظرفیت زراعی تعیین گردید.

دیویس و شارف (4) با مطالعه در مزارع کشاورزان میسوری با مصرف 50 تا 200 پوند درایکر دریافتند که ارتباط مستقیمی بین مصرف نیتروژن و تجمع نیترات وجود دارد. آنان عنوان کردند که با مصرف بالای نیتروژن (280 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و تاخیر زمانی مصرف، غلظت نیترات باقیمانده افزایش می‌یابد. این طرح تحقیقاتی با هدف تعیین تاثیر منبع و سطوح کود نیتروژن‌دار در شرایط رطوبتی مختلف و مقایسه آنها طی سه سال در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی اراک به اجرا درآمد.

مواد و روش ها

این آزمایش شامل 3 تیمار آبیاری، 2 منبع نیتروژن و 5 سطح مصرف کود در سه تکرار بصورت کرتهای دو بارخرد شده طراحی گردید. فاکتور اصلی تیمار آبیاری و فاکتور فرعی منبع نیتروژن و فاکتور فرعی فرعی سطوح نیتروژن بود.

اعمال تیمارهای آبیاری بر اساس تبخیر از تشتک کلاس A در 70 ، 100 و 130 میلیمتر تبخیر تجمعی بود. عمق آب آبیاری با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

In = عمق آب آبیاری (میلیمتر)

FC = رطوبت وزنی در نقطه ظرفیت زراعی (درصد)

ai = رطوبت وزنی در زمان آبیاری (درصد)

www.SID.ir

Archive of SID

$$In = \frac{(FC - ai) \times b \times D}{100}$$

b= جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمترمکعب)

D = عمق توسعه ریشه‌ها (میلیمتر)

رطوبت خاک با استفاده از روش وزنی، میانگین عمق توسعه ریشه در هر مرحله آبیاری اندازه‌گیری و زمان آبیاری برای تیمارهای مختلف بر اساس تشتک تبخیر کلاس A تعیین و پس از محاسبه حجم آب مورد نیاز هر کرت بر اساس رابطه فوق بوسیله کنتور مصرف گردید. تعداد و مقدار آب آبیاری در انتهای فصل در جدول 2 نشان داده شده است. مصرف کود نیتروژن در پنج سطح 0 (شاهد)، 100 ، 200 ، 300 و 400 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از دو منبع اوره (U) و نیترات آمونیوم (AN) بوده که طبق نظر ریوز و توچتون (19) در سه نوبت ($^1/_3$ در موقع کاشت، $^1/_3$ در مرحله 7-9 برگی و $^1/_3$ قبل از گلدهی) مصرف شد. با توجه به نتایج آزمون خاک مزرعه (جدول 1) و مقادیر حدود بحرانی فسفر و پتاسیم، میزان فسفر قابل استفاده خاک در سه سال اجرای آزمایش پایین اما مقدار پتاسیم قابل استفاده در سه سال بالا بود. بنابراین به ترتیب مقدار 150 کیلوگرم بر هکتار سوپر فسفات تریپل در هر سه سال و 30 کیلوگرم سولفات پتاسیم (تنها در سال اول) به صورت پایه و یکنواخت در تمامی تیمارها اعمال شد (13). هر کرت آزمایشی شامل 4 خط به طول 6/12 و عرض 0/75 متر که روی هر خط به تعداد 18 کپه (فاصله کپه‌ها 36 سانتی‌متر) و در هر کپه 4 عدد بذر رقم سینگل کراس 704 کشت شد. پس از تنک کردن در مرحله 4-3 برگی 2 بوته باقی ماند. اندازه‌گیری‌های وزن ماده خشک و تر در مرحله خمیری شدن دانه، غلظت نیتروژن در اندام هوایی گیاه (با روش کلدال) و جذب کل نیتروژن و غلظت نیترات باقیمانده در خاک، پس از برداشت گیاه با روش رنگ سنجی دی آزو در طول موج 540 نانومتر (22) در دو عمق . تا 30 و 30 تا 60 سانتیمتر اندازه گیری شد. برداشت از دو خط وسط با حذف یک بوته از بالا و پائین خط انجام گردید.

برای بررسی تاثیر تیمارهای آزمایش بر صفات اندازه گیری شده، پس از انجام آزمون همگنی واریانس‌ها (نسبت بزرگترین به کوچکترین واریانس یا Fmax هارتلی) در سال‌های مختلف، تجزیه واریانس مرکب در زمان با استفاده از نرم افزار Mstatc انجام شد و سپس میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن به صورت دستی مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در جدول 3 نشان داده شده است.

عملکرد علوفه خشک

از جدول تجزیه واریانس (جدول 3) مشخص می شود که عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر عوامل آبیاری و سطح کود قرار گرفت .

نتایج مقایسه میانگین تاثیر آبیاری (جدول 4) نشان داد که تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارند. حداکثر عملکرد از تیمار I_1 به میزان 8791 کیلوگرم در هکتار و حداقل از تیمار I_3 به میزان 6906 کیلوگرم در هکتار منتج گردید. افزایش میزان آبیاری در سطح پنج درصد اثر مثبت بر عملکرد داشت.

جدول 1- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

Table 1- Some physical and chemical characteristics of soils

سال year	بافت Texture	پتاسیم potassium	فسفر phosphorus	نیتروژن کل Total nitrogen	کربن آلی Organic carbon	مواد خنثی شونده Calcium Carbonate Equivalent	پ هاش pH	هدایت الکتریکی Electrical conductivity	وزن مخصوص ظاهری Bulk density	ظرفیت زراعی Field capacity
		(میلی گرم بر کیلوگرم خاک) ($mg.kg^{-1}$)		(درصد) (Percent)				(دسی زیمنس بر متر) (dSm^{-1})	(گرم بر سانتیمتر مکعب) ($g.cm^{-1}$)	(درصد وزنی) (Percent w/w)
اول First	Sandy clay loam	286	9.0	0.04	0.40	15	8.1	0.90	1.32	32
دوم Second	Sandy clay loam	410	6.4	0.04	0.35	15	8.1	0.98	1.35	30
سوم Third	Sandy clay loam	350	10.0	0.04	0.37	15	8.0	0.85	1.33	39

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2 – تعداد و حجم آب آبیاری

Table 2- Number and volume of water irrigation

تیمار Treatment		حجم آب* (متر مکعب در هکتار) Water irrigation($m^3 \cdot ha^{-1}$)	تعداد آبیاری Irrigation number
I_1	آبیاری بعد از 70 میلی متر تبخیر (Irrigation after 70 mm evaporation)	4150	10
I_2	آبیاری بعد از 100 میلی متر تبخیر (Irrigation after 100 mm evaporation)	4125	8
I_3	آبیاری بعد از 130 میلی متر تبخیر (Irrigation after 130 mm evaporation)	3750	6

* حجم آب اندازه گیری شده، پس از مرحله استقرار گیاه محاسبه گردیده است

*The volume of water has been calculated after establishment of plant

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس مرکب پارامترهای مختلف

Table3- Combined analysis of variance for different parameters

		میانگین مربعات					
منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	نیترات باقیمانده خاک Residual Nitrate		جذب کل نیتروژن N uptake	غلظت نیتروژن N Concen.	علوفه خشک Forage Dry Yield	علوفه تر Forage fresh Yield
		30-60 cm	0-30 cm				
سال (Year)(Y)	2	2747^{**}	4560^{**}	8557^{*}	9.15^{**}	324222079^{**}	72314885^{ns}
خطای سال (Error Year)	6	86	27	2041	0.13	9621251	77779624
آبیاری Irrigation(I)	2	81^{*}	5^{ns}	14390^{**}	0.06^{ns}	83336214^{**}	1557080373^{**}
سال در آبیاری (I×Y)	4	10^{ns}	34^{ns}	2458^{ns}	0.20^{ns}	5803003^{ns}	117860668^{*}
خطای 1 (Error Source 1)	12	18	31	1435	0.13	1836018	22255361
نوع کود Nitrogen Source(S)	1	17^{ns}	201^{**}	1611^{ns}	0.28^{ns}	2792^{ns}	3340715^{ns}
سال در نوع کود (S×Y)	2	18^{ns}	63^{ns}	3119^{ns}	0.07^{ns}	4624754^{ns}	61796013^{ns}
آبیاری در نوع کود (S×I)	2	22^{ns}	136^{**}	1727^{ns}	0.10^{ns}	310077^{ns}	43492629^{ns}
سال و آبیاری در نوع کود (S×I×Y)	4	14^{ns}	176^{ns}	544^{ns}	0.11^{ns}	2674259^{ns}	85557055^{*}
خطای 2 (Error Source2)	18	15	20	1291	0.11^{ns}	4205285	25315151
سطح کود Nitrogen Level(L)	4	2114^{**}	2269^{**}	28328^{**}	1.25^{**}	63355888^{**}	968519966^{**}
آبیاری در سطح کود (L×I)	8	92^{**}	99^{**}	1668^{*}	0.07^{ns}	6631627^{ns}	31155171^{ns}
نوع در سطح کود (L×S)	4	8^{ns}	32^{*}	1700^{ns}	0.12^{ns}	3005361^{ns}	7697857^{ns}
آبیاری در نوع در سطح کود (L×I×S)	8	13^{ns}	45^{**}	678^{ns}	0.06^{ns}	691283^{ns}	8721102^{ns}
سال در آبیاری در نوع در سطح (L×I×S×Y)	48	66^{**}	170^{**}	829^{ns}	0.07^{ns}	3582431^{ns}	20350177^{ns}
خطای3 (Error Source 3)	144	17	10	828	0.61	3526524	28545970
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of Variation (%)	-	22	17.7	30.5	20.3	23.6	18.9

* ، * * و ns به ترتیب معنی دار در سطح 5 و 1 درصد و بی معنی می باشند

*, ** and ^{ns} : Significant at the 5% and 1% probability levels and non significant, respectively

فشار آماس مهمترین عامل بزرگ شدن سلولی می‌باشد. وضعیت آب گیاه با تاثیری که بر آماس سلولی دارد اثر مستقیمی را بر رشد بافتهای گیاه اعمال می‌کند. بطوریکه با کاهش پتانسیل آب گیاه در تیمار I_3 نسبت به I_1 از رشد گیاه 21 درصد کاسته شده است. تامسون (24) نیز کاهش عملکرد ذرت را در نتیجه تنش آبی به علت کاهش رشد ریشه و جذب عناصر غذایی به ویژه نیتروژن دانسته است. همانگونه که در جدول 4 ملاحظه می‌شود جذب کل نیتروژن با افزایش تنش رطوبتی کاهشی معنی دار داشته است.

نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطح کود (جدول 4) نشان داد که حداقل عملکرد خشک از تیمار شاهد (بدون مصرف کود) به میزان 6147 کیلوگرم در هکتار و حداکثر 8973 کیلوگرم در هکتار از مصرف 300 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. عملکرد خشک تا سطح مصرف 300 کیلوگرم نیتروژن در هکتار روند افزایشی و بیش از آن روند کاهشی نشان داد. تیمار مصرف 300 کیلوگرم نیتروژن در هکتار با شاهد تفاوت معنی دار دارد. مقتولی و همکاران (12) مشاهده نمودند که افزایش کود نیتروژنی، عملکرد ماده خشک، راندمان مصرف آب، درصد پروتئین، عملکرد پروتئین، خاکستر و فیبر خام را افزایش داد.

عملکرد علوفه تر

نتایج تجزیه واریانس (جدول3) نشان داد که تولید علوفه تر تحت تاثیر اثر متقابل سال، آبیاری و نوع کود در سطح احتمال 5 درصد و نیز سطح کود در سطح احتمال 1 درصد قرار داشت. نتایج مقایسه میانگین اثر سطح کود (جدول 4) نشان می دهد که تفاوت مثبت و معنی‌داری بین شاهد و سطوح مختلف مصرف نیتروژن بر عملکرد تر مشاهده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4- مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارها بر روی صفات اندازه‌گیری شده

Table 4- Compare mean for main effects on parameters

تیمارها Treatments	نیترات باقیمانده خاک (mg.kg^{-1}) Residual Nitrate 0-30 cm	30-60 cm	جذب کل نیتروژن (kg.ha^{-1}) N uptake	غلظت نیتروژن (%) N Concen.	علوفه خشک (kg.ha^{-1}) Forage Dry Yield	علوفه تر (kg.ha^{-1}) Forage fresh Yield
آبیاری (Irrigation)						
I_1	18.7^{b}	17.9^{a}	103.9^{a}	1.209^{a}	8791^{a}	31730^{a}
I_2	18.2^{b}	17.5^{a}	99.1^{a}	1.243^{a}	8183^{b}	29380^{b}
I_3	20.1^{a}	17.9^{a}	79.98^{b}	1.195^{a}	6906^{c}	23640^{c}
$LSD_{5\%}$	0.97	1.28	8.7	0.082	311.2	1083
نوع کود (Nitrogen Source)						
اوره (Urea)	18.8^{a}	16.9^{a}	91.87^{a}	1.183^{a}	7963^{a}	28363^{a}
نیترات آمونیوم (AN)	19.3^{a}	18.6^{a}	9676^{a}	1.248^{a}	7957^{a}	28140^{a}
$LSD_{5\%}$	0.99	2.51	13.2	0.11	682	1244
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg.ha^{-1})						
0	11.65^{d}	9.99^{d}	57.1^{d}	0.97^{b}	6147^{b}	21440^{d}
100	14.50^{c}	12.72^{c}	90.7^{c}	1.17^{ab}	7994^{ab}	27540^{c}
200	18.23^{b}	17.74^{b}	102.8^{b}	1.25^{ab}	8548^{ab}	30620^{ab}
300	24.56^{a}	23.61^{a}	117.7^{a}	1.36^{a}	8973^{a}	32560^{ab}
400	26.13^{a}	24.70^{a}	103.3^{b}	1.33^{a}	8138^{ab}	29100^{bc}
$LSD_{5\%}$	1.6	1.2	10.95	0.3	2259	2032

Means that show with common letters has no significant different at 5% اعداد دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند

حداکثر عملکرد تر به میزان 32560 کیلوگرم در هکتار از مصرف 300 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. البته مصرف 200 و 300 کیلوگرم نیتروژن در هکتار از لحاظ علوفه تر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. افزایش وزن علوفه با مصرف نیتروژن می‌تواند به دلیل تاثیر نیتروژن بر گسترش برگها در مراحل اولیه و ادامه روند افزایش تدریجی و حفظ سطح برگ برای مدت بیشتری باشد. مدت زمان دوام سطح برگ، به میزان نیتروژن گیاه بستگی دارد (24).

جدول5 - میانگین بر همکنش اثر آبیاری و نوع کود نیتروژنی بر صفات اندازه‌گیری شده

Table 5- Mean of irrigation and fertilizer source intraction effects on parameters

تیمارها Treatments	نیترات باقیمانده خاک (mg.kg^{-1}) Residual Nitrate 0-30 cm	30-60 cm	جذب کل نیتروژن (kg.ha^{-1}) N uptake	غلظت نیتروژن (%) N Concen.	علوفه خشک (kg.ha^{-1}) Forage Dry Yield	علوفه تر (kg.ha^{-1}) Forage fresh Yield
I_1N	18.4^{bc}	17.6^{bc}	101.6^{a}	1.2^{a}	8720^{a}	32180^{a}
I_1U	19.0^{abc}	18.2^{ab}	106.2^{a}	1.2^{a}	8862^{a}	31280^{a}
I_2N	18.9^{abc}	18.2^{ab}	105.5^{a}	1.3^{a}	8218^{a}	28490^{b}
I_2U	17.6^{c}	16.8^{bc}	92.7^{ab}	1.2^{a}	8148^{a}	30270^{ab}
I_3N	20.5^{a}	20.0^{a}	83.2^{b}	1.2^{a}	6932^{b}	23750^{c}
I_3U	19.6^{ab}	15.7^{c}	76.8^{b}	1.1^{a}	6880^{b}	23540^{c}
$LSD_{5\%}$	1.7	1.96	15.91	0.14	908.3	2228

Means that show with common letters has no significant different at 5% . اعدادی که با حروف مشترک نشان داده شده است در سطح پنج درصد اختلاف معنی دار ندارند

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نوع کود بر عملکرد تر (جدول 5) نشان داد که حداکثر عملکرد از تیمار I_1N به میزان 32180 کیلوگرم در هکتار بدست آمده که با تیمارهای I_2N و I_3N تفاوت معنی‌دار داشته ولی با I_1U و I_2U تفاوت معنی‌داری نداشته است. حداقل میزان عملکرد نیز از تیمار I_3U بدست آمده که تفاوت معنی داری با I_3N نشان نداد. همچنین نتایج نشان داد که تغییرات (جدول 5) عملکرد علوفه تر با مصرف کود نیترات آمونیم تحت تاثیر میزان آبیاری است، در حالیکه به هنگام استفاده از کود اوره این پارامتر در تیمارهای I_1 و I_2 تفاوت معنی‌دار ندارند. حلالیت و ضریب شوری بالا در کود نیترات آمونیم می‌تواند دلیل این موضوع قلمداد

www.SID.ir

Archive of SID

گردد (25). بررسی اثر متقابل آبیاری و نوع کود بر روی عملکرد تر نشان داد که تاثیر میزان آب بر تولید علوفه تر گیاه ذرت، از تاثیر نوع منبع نیتروژن بیشتر است.

غلظت نیتروژن گیاه

نتایج تجزیه واریانس (جدول3) نشان داد که این پارامتر بطور معنی دار (سطح احتمال 1 درصد) تحت تاثیر سطح کود و سال قرار داشت. نتایج مقایسه میانگین (جدول 4) نشان داد که حداکثر غلظت (1/36 درصد) از مصرف 300 کیلوگرم نیتروژن بدست آمد که با سایر سطوح کود تفاوت معنی‌داری نداشت اما با شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد. این موضوع بیانگر آنست که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی تا 300 کیلوگرم در هکتار، غلظت نیتروژن گیاه بیشتر می‌شود. با توجه به اثر محرک نیتروژن بر رشد رویشی گیاه به نظر می‌رسد دلیل افزایش میزان نیتروژن را باید در فزونی سرعت جذب بر تجمع ماده خشک جستجو کرد. الفتی (17) با مصرف 4 سطح 0، 125، 250 و 375 کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشان داد که حداکثر عملکرد و غلظت نیتروژن در برگ با مصرف 375 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست می‌آید و مصرف کود تا سطح 250 کیلوگرم در هکتار تاثیر معنی‌داری روی ارتفاع بوته داشت.

تغییرات غلظت نیتروژن گیاه در سطوح مصرف کود با معادله چند نمایی از نوع درجه دوم برازش داده شد:

$$Y = -3.07\times10^{-6}X^2 + 0.002139X + 0.97258 \qquad R^2 = 0.98$$

این معادله نشان می‌دهد که تغییرات نیتروژن گیاه با افزایش سطوح مصرف کود روند صعودی دارد. 98 درصد از تغییرات نیتروژن گیاه تحت تاثیر سطوح کود با معادله فوق پیش بینی می‌گردد. با استفاده از معادله فوق حداکثر غلظت نیتروژن در گیاه با مصرف 348 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست می‌آید.

جذب کل نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس (جدول 3) نشان داد که برهمکنش اثر آبیاری و سطح کود معنی‌دارترین عامل تغییر بر پارامتر جذب کل نیتروژن در سطح احتمال 1 درصد می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثر برهمکنش آبیاری و سطح کود بر جذب کل نیتروژن (جدول 6) نشان داد که حداکثر از تیمار I_1C_4 با مقدار 142/9 کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داشت و حداقل مربوط به تیمار I_3C_1 به میزان 50/6 کیلوگرم در هکتار است که با تیمارهای I_1C_1 و I_2C_1 تفاوت معنی‌دار ندارد. دلیل افزایش جذب کل نیتروژن در تیمار I_1C_4 بالا بودن غلظت نیتروژن و وزن ماده خشک این تیمار به علت فراهمی رطوبت و نیتروژن در دسترس گیاه است. مصرف زیاد کود نیتروژنی از تحرک ریشه‌ها برای دستیابی به مواد غذایی می‌کاهد، لذا افزایش جذب کل و کارایی مصرف کود نیتروژنی در ارتباط تنگاتنگ با مقدار آب آبیاری است (2 ، 8 ، 14 و 25).

همچنین ملاحظه می‌شود که در شرایط بدون مصرف نیتروژن حداقل جذب کل نیتروژن اتفاق افتاده است. نتایج سطوح مصرف کود مشابه نشان می‌دهد که کاهش آب آبیاری باعث می‌شود که جذب کل نیتروژن کاهش یابد. از طرفی با افزایش سطوح کود، تفاوت مقادیر جذب کل نیتروژن بیشتر شده است، بطوری که در تیمار C_2 تفاوت معنی دار نبوده اما با افزایش تا سطح C_5 تفاوت‌ها افزایش یافته و کاملاً معنی‌دار شده است. اثرات جایگزینی آب و کود جهت بدست آوردن جذب کل نیتروژن یکسان در تیمارهای I_1C_2 با I_3C_4 و یا بین تیمارهای I_1C_3 و I_2C_4 کاملاً مشهود می‌باشد.

با استفاده از معادلات رگرسیون چند نمایی درجه دوم، مقدار حداکثر جذب کل نیتروژن از مصرف 287 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تیمار آبیاری I_1، 310 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تیمار آبیاری I_2 و 272 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تیمار آبیاری I_3 به دست آمد. بر این اساس کارایی جذب کل نیتروژن برای تیمارهای آبیاری I_1 ، I_2 و I_3 به ترتیب 0/45، 0/37 و 0/35 محاسبه گردید. به عبارت دیگر با افزایش میزان رطوبت خاک کارایی جذب کل نیتروژن افزایش می‌یابد. داير و همکاران (5) به این نتیجه رسیدند که تغییرات جذب کل نیتروژن با تغییرات عملکرد همبستگی خوبی نشان می‌دهد همچنین آنها اظهار نمودند که پاسخ عملکرد گیاه ذرت به نیتروژن قابل دسترس خاک، تابعی از فاکتورهای جذب نیتروژن از خاک و نیز استفاده از نیتروژن گیاه جهت ساخته شدن دانه است. بنابراین در توصیه نیتروژن باید به میزان آب آبیاری توجه گردد.

غلظت نیترات باقیمانده خاک

نتایج تجزیه واریانس (جدول3) نشان می‌دهدکه برهمکنش سال، آبیاری، سطح و نوع کود بر میزان نیترات باقیمانده در هر دو عمق 30-0 و 60-30 سانتیمتر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. با ملاحظه شکل 1 مشخص می‌شود که با افزایش مصرف کود، مقدار نیترات باقیمانده در هر دو عمق بدون در نظر گرفتن منبع کودی و تیمار آبیاری افزایش یافت. همچنین شکل 1 نشان می‌دهد که با کاربرد نیترات آمونیم بیش از 200 کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری I_1، میزان نیترات باقیمانده بشدت افزایش پیدا کرد. با توجه به بالاتر بودن مقدار انحلال نیترات آمونیوم نسبت به اوره (1500 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم و 1080 گرم بر لیتر اوره در دمای 20 درجه سانتی‌گراد) و به دلیل اینکه نتیجه تجزیه اوره یون آمونیوم بوده که امکان جذب سطحی آن توسط کلوئیدهای رس خاک وجود دارد، در حالی که تجزیه نیترات آمونیوم در خاک علاوه بر کاتیون آمونیوم، آنیون نیترات نیز تولید می‌نماید که با توجه به عدم جذب سطحی نیترات و آزادی عمل زیاد، امکان آبشویی آن بیشتر است.

www.SID.ir

Archive of SID

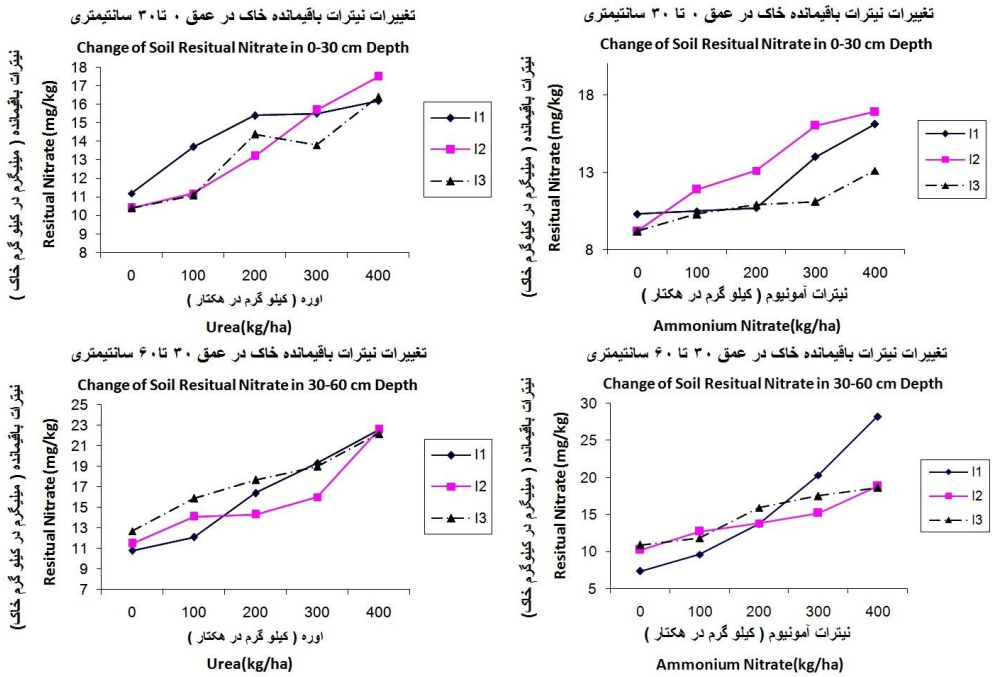
جدول 6- مقایسه میانگین برهمکنش اثر آبیاری و سطوح کود نیتروژن دار بر صفات اندازه گیری شده

Table 6- Mean of irrigation and nitrogen levels interaction effects on parameters

تیمارها Treatments	نیترات باقیمانده خاک (mg.kg^{-1}) Residual Nitrate		جذب کل نیتروژن (kg.ha^{-1}) N uptake	غلظت نیتروژن (%) N Concen.	علوفه خشک (kg.ha^{-1}) Forage Dry Yield	علوفه تر (kg.ha^{-1}) Forage fresh Yield
	30-60 cm	30-60 cm				
I_1C_1	9.22^{g}	10.91^{hi}	56.50^{f}	0.917^{a}	6427^{ggh}	23430^{g}
I_1C_2	12.07^{fg}	12.11^{h}	91.28^{de}	1.134^{a}	8419^{cde}	30720^{ede}
I_1C_3	17.17^{e}	16.04^{fg}	115.4^{bc}	1.183^{a}	9969^{ab}	35870^{ab}
I_1C_4	27.63^{a}	27.22^{a}	142.9^{a}	1.427^{a}	10520^{a}	36320^{a}
I_1C5	27.53^{a}	23.21^{bc}	113.4^{bc}	1.386^{a}	8624^{cd}	32410^{bcd}
I_2C_1	15.20^{e}	9.56^{i}	64.21^{f}	1.048^{a}	6345^{gh}	22180^{gh}
I_2C_2	11.25^{g}	11.54^{hi}	97.11^{cde}	1.239^{a}	8150^{cdef}	28960^{def}
I_2C_3	17.40^{de}	17.70^{ef}	104.5^{cde}	1.277^{a}	8388^{cde}	30490^{cde}
I_2C_4	21.61^{c}	21.3^{cd}	118.7^{b}	1.339^{a}	9207^{bc}	33730^{abc}
I_2C_5	25.75^{ab}	21.51^{a}	110.9^{bcd}	1.311^{a}	8827^{bc}	31530^{cde}
I_3C_1	14.48^{ef}	9.51^{i}	50.62^{f}	0.958^{a}	5668^{h}	18710^{h}
I_3C_2	16.22^{e}	14.51^{g}	83.62^{e}	1.149^{a}	7413^{defg}	22950^{g}
I_3C_3	20.11^{cd}	19.8^{de}	88.38^{e}	1.282^{a}	7287^{dfg}	25580^{fg}
I_3C_4	24.44^{b}	22.7^{bc}	91.65^{de}	1.298^{a}	7196^{efg}	27620^{ef}
I_3C_5	25.11^{ab}	23.38^{b}	85.64^{e}	1.286^{a}	6965^{fgh}	23360^{g}
LSD	2.75	2.1	18.96	0.51	1237	3520

Means that show with common letters has no significant different at 5% اعدادی که با حروف مشترک نشان داده شده است در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

مقادیر نیترات باقیمانده در دو عمق مورد مطالعه تحت تاثیر تیمارهای آزمایش با رگرسیون خطی برازش داده شد (جدول 7). شیب خط رگرسیون نشان داد که در عمق 30 تا 60 سانتیمتر روند افزایش مقدار نیترات باقیمانده در تیمار I_1 بیشتر از سایر تیمارهای آبیاری است که در این بین نیترات آمونیم با شیب 5/24 روند سریع‌تری نسبت به اوره با شیب 3/08 دارد. نتایج همچنین حاکی است که روند افزایش غلظت نیترات باقیمانده در عمق 30 تا 60 سانتیمتر به مراتب بیش از عمق 0 تا 30 سانتیمتر است.



شکل 1- تغییرات نیترات باقیمانده در دو عمق خاک تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

Figure 1- Changes of soil residual nitrate affected by treatments in two soil depths

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین غلظت نیترات باقیمانده در عمق 30 تا 60 سانتی‌متر با مقدار 19/01 میلی‌گرم در کیلوگرم حدود 7 درصد از عمق 0 تا 30 سانتیمتر بیشتر بود. سکستون و همکاران (21) دریافتند که کاهش کاربرد نیتروژن تا حدود 5 درصد کمتر از نیاز گیاه برای رسیدن به حداکثر محصول سبب کاهش آبشویی تا 45 درصد می‌شود. آنها همچنین مشاهده نمودند که آبشویی نیترات در خاک لومی شنی در صورتیکه نیتروژن خالص بیش از 100 کیلوگرم مصرف شود، افزایش می‌یابد و اگر مقدار نیتروژن تا 250 کیلوگرم در هکتار برسد، آبشویی نیترات بصورت تابع نمایی افزایش می‌یابد. کوچاریک و بری (10) عنوان کردند که میزان آبشویی نیترات به میزان نیتروژن مصرفی و نیاز نیتروژنی گیاه بستگی دارد. به طوری که افزایش 30 درصدی میزان کود از حد مطلوب، آبشویی سالیانه نیترات را تا 56 درصد بالا برده، در حالی که عملکرد تنها 1 درصد افزایش یافته است. حال اگر مصرف کود نیتروژنی 30 درصد کمتر از حد مطلوب باشد، میزان آبشویی بعد از 7 سال به 42 درصد کاهش یافته، در حالی که کاهش عملکرد تنها 8 درصد از حد بهینه کمتر شده است.

اونکن و همکاران (18) با کاربرد سطوح مختلف نیتروژن طی 6 سال در خاکی با بافت لوم رسی و اندازه‌گیری نیترات باقیمانده در اعماق 15-0، 30-15، 60-30 و 90-60 سانتیمتر نشان دادند که ارتباط معنی‌داری بین تغییرات نیترات عمق سطحی و عمق‌های پائین‌تر و نیز بین عملکرد دانه، نیتروژن کاربردی و نیترات باقیمانده وجود دارد. نتایج آنان نشان داد که اندازه‌گیری نیترات باقیمانده برای ارزیابی تاثیر نیترات باقیمانده روی عملکرد دانه ذرت در این خاک کفایت می‌کند.

جدول 7- معادلات رگرسیونی اثر مقادیر نیتروژن مصرفی (X) (کیلوگرم در هکتار) بر غلظت نیترات باقی مانده (Y) (میلی گرم بر کیلو گرم خاک) در سطوح آبیاری و عمق‌های مورد بررسی

Table 7-Regration equations of nitrogen levels (X) (kg.ha^{-1}) on residual nitrate concentration (Y) (mg.kg^{-1}) at differents irrigation and soil depths

نوع کود Nitrogen Source	عمق خاک (سانتیمتر) Soil Depth (cm)	تیمار آبیاری Irrigation Treatment	معادله رگرسیون Reg. Eq.	ضریب تبیین Coefficient of Determination
اوره Urea	0-30	I_1	$Y = 0.0118X + 10.86$	0.979
		I_2	$Y = 0.0187X + 7.99$	0.977
		I_3	$Y = 0.0147X + 8.81$	0.889
	30-60	I_1	$Y = 0.0308X + 7$	0.982
		I_2	$Y = 0.0241X + 8.47$	0.831
		I_3	$Y = 0.0221X + 10.87$	0.977
نیترات آمونیوم AN	0-30	I_1	$Y = 0.0151X + 7.79$	0.840
		I_2	$Y = 0.0195X + 7.57$	0.975
		I_3	$Y = 0.086X + 8.34$	0.909
	30-60	I_1	$Y = 0.05238X + 0.118$	0.952
		I_2	$Y = 0.0197X + 8.23$	0.957
		I_3	$Y = 0.0211X + 8.61$	0.946

نتیجه گیری

بیشترین مقدار علوفه تر، خشک و جذب کل نیتروژن به ترتیب به مقدار 36320، 10520 و 142/9 کیلو گرم در هکتار از تیمار آبیاری پس از 70 میلیمتر تبخیر و مصرف 300 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. اما با در نظر گرفتن راندمان جذب کل نیتروژن، مقدار نیترات باقیمانده خاک و عملکرد بهینه، مقدار 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره و آبیاری پس از 100 میلیمتر تبخیر برای ذرت علوفه‌ای قابل توصیه می‌باشد . معادلات رگرسیون خطی نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن، نیترات باقیمانده در هر دو عمق (30-0 و 60-30 سانتیمتر) زیاد شد.

منابع

1- Anderson E. L. 1987. Corn root growth and distribution as influenced by tillage fertilization. Agronomy journal. 79: 544-549.

2- Anghinoni I., and Barber S. A. 1988. Corn growth and nitrogen uptake as affected by ammonium placement.

www.SID.ir

Archive of SID

Agronomy journal. 80: 799-802.
3- Batchelor W. D. 1998. Role of water stress in yield variability.Available at: http:// www.Ipm. Iastate. Edu/ ipm/ icm. 1998/ 4-9- 1998 yield var. html.
4- Davis j., and Scharf P. 2003. Site-specific nitrogen management for reducing soil residual nitrate. Agricultural research service. USDA.
5- Dwyer L.M., Ma B.L., Gregorich E., and Tollenaar M. 1993. Field maize N levels and relationships to growth and yield. P. 133. In Agronomy abastract. ASA, Madison, WI
6- Gholinezhad E., Aynaband A., Hassanzade Ghorthapeh A., Noormohamadi G. and Bernousi I. 2009. Study of the effect of drought stress on yield, yield components and harvest index of sunflower hybrid iroflor at different levels of nitrogen and plant population.Water and Soil Science.1:27-45. (in Persian with English abstract).
7- Hamidi A., Dabbagh mohammady nasab A. 2001.The effect of various plant density and nitrogen use levels on phenology of two medium- maturity corn (*Zea mays L.*) hybrids.Iranian Journal of Agriculture Science. Vol.32, No.4. (in Persian with English abstract)
8- Hatfield J., and Prueger j. 2001. Intraction of water and nitrogen in corn production systems.Available at: http://www. nps. Ars. USDA. Gopublications.
9- Imark S., Haman D.Z., and Bastug R. 2000. Determination of crop water stress index for irrigation timing and yield estimation of corn. Agronomy Journal. 92 : 1221-1227.
10- Kucharik C.J., and Brye K.R. 2003. Integrated biosphere simulator (IBIS) yield and nitrate loss predictions for Wisconsin maize recieving varied amounts of nitrogen fertilizer. Journal of Environmental Quality. 32: 247-268.
11- Ma B.L., Dwyer M., and Gregorich E.G. 1999. Siol nitrogen amendment effects on nitrogen uptake and grain yield of Maize. Agronomy Journal. 91: 650-656.
12- Maghtooli M., Chaeichi M.R., Hadadchi Gh.R. 2001. The Effect of Nitrogen Fertilizer and Drought Stress at Different Growth Stage on Quantitative and Qualitative Forage Characteristics of Sorghum. Journal of Agriculture Science and Natural Resources.1:103-113. (in Persian with English abstract).
13- Malakouti M.J and Gheibi, M. N. 2000. Determining the critical limit for nutrients effective upon the soil, plants and fruits.Education and Human Resources Equipment Deputy, Karaj, Iran.
14- Mulvaney R.L., khan S.A., Hoest R.G., and Brown A. 2001. A soil organic nitrogen fraction that reduces the need for nitrogen fertilization. Soil Science Society of America Journal. 65: 1164-1172.
15- Mustafa M. A., and Abdolmajid E. 1982. Inter relation ships of irrigation frequency, urea nitrogen and gypsum on forage sorghum growth on a saline sodic clay soil. Agronomy Journal. 74: 447-450.
16- Nabavi, S. M., and Mazaheri, D. 1998. Effect of N rate on intercropping corn and soybean.Iranian Journal of Agricultural Sciences. 29: 455-467. (in Persian with English abstract)
17- Olfati M. 2000. Effect of Nitrogen, Phosphoruse and Potassium Levels on Corn Production in Bakhtaran.Jornal of Soil and Water. 7: 35-46.
18- Onken A.B., Matheson R.L., and Nesmith D.M. 1985. Fertilizer nitrogen and residual nitrate-nitrogen effects on irrigated corn yield. Soil Science Society of America Journal. 49: 134-139.
19- Reeves D.W., and Touchton J.T. 1986. Subsoiling for nitrogen applications to corn grown in a conservation tillage system. Agronomy Journal. 78: 921-926.
20- Russelle M.P., Hauck R.D., and Olson R.A. 1983. Nitrogen accumulation rates of irrigated maize. Agronomy Journal. 75: 593 – 598.
21- Sexten B.T., Moncrief J.F., Rosen C.J., Gupta S.C., and Cheng H.H. 1996. Optimizing nitrogen and irrigation inputs for corn based on nitrate leaching and yield on a coarse – textured soil. Journal of Environmental Quality. 25: 983-992.
22- Singh.J.P. 1988. A rapid method for determination of nitrate in soil and plant extract.Plant and soil. 110: 137-139.
23- Tarighaleslami M., Zarghami R., Mashhadi Akbar Boojar M., and Oveysi M. 2012. Effects of Drought Stress and Different Nitrogen Levels on Morphological Traits of Proline in Leaf and Protein of Corn Seed (*Zea mays L.*).Am-Euras. Journal of Agricultural and Environmental Science. 12(1): 49-56.
24- Thomson P. 2002. Drought and heat stress effects on corn Yield potential.Available at: http://www.seedtoday.com.
25- Tisdal S. L., Nelson W. L., and Beaton j. D. 1985. Soil. 4 th ed., Mcmillan Publishing co., New ork, NY. fertility and fertilizers

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 6, Jan.-Feb. 2016, p. 1640-1650

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 6، بهمن – اسفند 1394، ص. 1650-1640

The Effects of Source and Rate of Nitrogen Fertilizer and Irrigation on Nitrogen Uptake of Silage Corn and Residual Soil Nitrate

M. A. Khodshenas[*1] - J. Ghadbeiklou[2] - M. Dadivar[3]

Received: 22-09-2014
Accepted: 11-10-2015

Introduction: Growing irrigation demand for corn production, along side with draws of ground water from stressed water sources, should be limited due to scarce resources and environmental protection aspects. Nitrogen fertilizer applied at rates higher than the optimum requirement for crop production may cause an increase in nitrate accumulation below the root zone and pose a risk of nitrate leaching. Improving nitrogen management for corn production has a close relation with soil water content. In this study, we investigated the effects of source and rate of nitrogen fertilizer and irrigation on silage corn production and nitrogen concentration, nitrogen uptake and residual soil nitrate in two depths.

Materials and Methods: This experiment carried out as split spli- plot in a Randomized Complete Block design (RCBD) with three replications, in Arak station (Agricultural research center of markazi province, 34.12 N, 49.7 E; 1715 m above mean sea level) during three years. The soil on the site was classified as a Calcaric Regosols (loamy skeletal over fragmental, carbonatic, thermic, calcixerollic xerochrepts). Main plots were irrigation treatments based on 70, 100 and 130 mm cumulative evaporation from A class Pan. Sub plots were two kinds of nitrogen fertilizers (Urea and Ammonium nitrate) and sub sub-plots were five levels of nitrogen rates (0, 100, 200, 300 and 400 $kgN.ha^{-1}$). Nitrogen fertilizer rates were split into three applications: 1/3 was applied at planting, 1/3 at 7-9 leaf stage and 1/3 remainder was applied before tasseling as a banding method. Phosphorus was applied at a rate of 150 $kg.ha^{-1}$in each season and potassium at a rate of 30$kg.ha^{-1}$ (only in first growth season) based on soil testing as triple super phosphate and potassium sulfate, respectively. The corn variety of single cross 704 was planted at 20 m^2 plots. The plants were sampled at dough stage from the two rows and weighted in each plot. Plant samples were dried in a forced air oven at $70^{°C}$ for at least 3 days before weighting. Total N concentration in the plant samples were determined using kjeldahl method. Nitrogen uptake by plants was calculated based on the total N concentration in plants multiplied by dry matter. Residual nitrate concentrations were determined in soil samples (0-30 and 30-60 cm depths) by diazo method. Combined analysis of variance was accomplished using the MSTAT-C software. Mean comparisons were done using Duncan multiple rang test (DMRT).

Results: The results showed that the main effect of water stress on dry matter yield was negative and significant ($P<0.01$) but fertilizer rates were positive and significant ($P<0.01$). The maximum (8791 $kg.ha^{-1}$) and minimum (6906 $kg.ha^{-1}$) of dry matter were obtained in I_1 and I_3 treatments, respectively. The main effect of nitrogen levels on wet yield were significant ($P<0.01$) and there were significant differences between all treatments. Dry matter and wet yield were increased up to 300 $kgN.ha^{-1}$ and decreased when applied nitrogen was more than this. The irrigation was more important in the application of ammonium nitrate than urea in wet yield. The effects of nitrogen fertilizer rates were positive and significant on plant nitrogen concentration. The amounts of nitrogen concentration were increased from 0.97 to 1.36 percent. Nitrogen uptake was affected positively and significantly by irrigation and nitrogen rate. The mean Comparisons of irrigation and nitrogen levels interactions on nitrogen uptake of plants showed that the maximum amounts were gained by I_1C_4 and I_3C_1 treatments. The results of the same fertilizer application levels showed that the reduction of irrigation can reduce the nitrogen uptake.Total nitrogen uptake efficiencies for irrigation treatments were 0.45, 0.37 and 0.35, respectively. The interaction effectsof irrigation, nitrogen rate, nitrogen source and year on residual nitrate concentrations were significant ($P<0.01$), in two depths. Liner regression equations showed that residual nitrate amounts were increased due to increasing of nitrogen rate. In the C_5 (400 $kgN.ha^{-1}$) treatment, residual nitrate concentrations in 0-30 and 30-60 cm soil depths were 24.7 and 26.13 $mg.kg^{-1}$, respectively.

Conclusion: Based on the results of this project which was conducted in Arak station, 200 $kgN.ha^{-1}$ as urea

1- Members of Scientific Board of Soil and Water Department, Markazi Agricultural and Resources Research and Training Center, AREEO, Arak, Iran
(*-Corresponding Author Email: khodshenasm@gmail.com)

www.SID.ir

Archive of SID

and irrigation after 100 mm evaporation were recommend with considering the nitrogen uptake efficiency, residual nitrate concentration, and optimum yield. Along with increasing the levels of nitrogen, the amounts of residual nitrate were increased in both depths, regardless of the nitrogen source.

Keywords: Fertilizer Needs, Silage Corn, Water Stress

www.SID.ir