

Effect of salinity and nitrogen fertilizer sources on nitrogen content and nitrogen uptake pattern in wheat

Mehdi Karimi^{1*} and Mohamad Zare Mehrjardi²

1. Assistant professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.
2. Scientific member, Soil and Water Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yazd, Iran.

Received: 9 February 2019

Accepted: 29 February 2020

Abstract

Introduction Annually around 2 million tons of nitrogenous fertilizers are used in Iran. Recent research shows an increasing trend of chemical fertilizers application over the last 30 years, albeit with some fluctuations. Therefore, proper fertilizer management in Iran has a significant effect on soil and water quality. Salinity stress is known as a worldwide abiotic stress responsible for reduced crop production. It is estimated that annual loss of yield due to salt induced land degradation is US\$ 27.3 billion globally. Possible social and economic dimensions of salinity stress are employment losses and environmental degradation. In addition, it is well documented that application of chemical fertilizers usually improves plant performance under saline conditions, but results in plant fertilizer requirement under salt affected soils. While there is little evidence of yield benefits due to application of fertilizers in salinized fields at rates beyond optimal in non-saline conditions, there is enough evidence indicating that soil salinity does not affect or decrease plant fertilizer needs. Previous research show that salinity stress negatively affects wheat growth rate and postpones the ripening in wheat plants. While flowering happened at 59.33 days after planting at non-saline conditions, it occurred 62.22 days after planting for salt-affected plants. The negative effect of salinity on wheat nitrogen content has been reported. This is due to the negative effect of salinity stress on root growth and the chloride on nitrogen uptake. A hypothesis that salinity stress can adversely affect nitrogen uptake pattern of wheat has been proposed, but contradictory results have been reported. Thus, nitrogen fertilizer management may need to be modified under arid and semiarid conditions of Yazd province with wide range of irrigation water qualities. Accordingly, the objectives of this field study were to elucidate the effect of salinity stress on nitrogen uptake pattern and nitrogen timing in wheat.

Materials and methods A field experiment was conducted on wheat at Sadooq Salinity Research Station, Ashkezar, Yazd, Iran, where mean annual temperature is 18°C and precipitation is 70 mm. The treatments, nitrogen fertilizer sources (ammonium sulphate and urea), and three irrigation water qualities (1.7, 7.22 and 12 dS m⁻¹) were arranged in a randomized block split plot design with three replications. There were 20 rows of wheat and each field plot was 6*4 m. All plots received common agricultural practices including tillage and fertilizer application. Regarding typical recommendations and guidelines for this region and soil type, all fertilizers, except urea that applied in 2 splits, were soil-applied before planting. Nitrogen was applied at a rate of 105 kg ha⁻¹ at two stages (90 and 120 days after planting). As soil phosphorous and potassium content was above threshold level, these elements were not applied for wheat production. Plant samples were provided at four growth stages including tillering, stem elongation, flowering and harvest. The samples were analyzed for nitrogen content. Plant nitrogen content was determined using Kjeldahl method. The analysis of variance for different

parameters was done following ANOVA technique. When F was significant at $p \leq 0.05$ level, treatment means were separated using DMRT.

Results and discussion The soil at the experimental site was calcareous with 31.5% total nutrient value, sandy loam texture, high pH (8.06) and low organic carbon (0.51 %). The results showed that wheat top yield depends on irrigation water salinity level and nitrogen management. While a sigmoidal trend in wheat top yield for all treatments observed over time, increasing irrigation water salinity from 1.7 to 7.22 and 12 dS m^{-1} decreased wheat yield at harvest from 11058 to 7183 and 7933 kg ha^{-1} . In other words, salinity stress significantly decreased wheat performance by 35.04 and 28.26 percent. The results also showed that nitrogen content decreased over time. While nitrogen content was more than 5 percent at tillering, it decreased to 1 percent at harvest. Nitrogen uptake was not affected by nitrogen source, but it was affected negatively by irrigation water salinity. Depending on salinity levels and the application rate of nitrogen, nitrogen uptake by wheat ranged from 81 to 189 kg ha^{-1} . However, nitrogen uptake was not affected significantly by nitrogen sources.

Conclusion Overall, it was concluded that salinity stress did not affect nitrogen uptake pattern of wheat under field conditions of the experiment. As more than 80 percent of nitrogen was uptaken from mid tillering onwards, it is recommended that just only 15 percent of nitrogen fertilizer be applied at planting. This would increase nitrogen uptake efficiency and prevent soil, water and air pollution.

Keywords: *Ammonium sulphate, Nitrogen concentration, Urea*

اثر نوع کود نیتروژنی و شوری بر غلظت و الگوی جذب نیتروژن در گندم

مهدی کریمی^{۱*} و محمد زارع مهرجردی^۲

۱- استادیار پژوهش، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۲- مربی پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخچه مقاله	چکیده
دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۰	<p>به منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری و نوع کود نیتروژنی بر الگوی جذب نیتروژن توسط گندم، آزمایشی مزرعه‌ای در قالب کرت‌های یک بار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح شوری آب آبیاری ۱/۷۰، ۷/۲۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و دو نوع کود نیتروژنی (اوره و سولفات آمونیوم) با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری واقع در شهرستان اشکدر از توابع استان یزد انجام شد. مقدار کود نیتروژنی مصرفی معادل ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود. در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌روی، گلدهی و برداشت وزن خشک و غلظت نیتروژن اندام هوایی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که غلظت نیتروژن در اندام هوایی گندم، در مراحل اولیه رشد حدود ۵ درصد بود و با نزدیک شدن به مرحله برداشت به یک درصد کاهش یافت. مقدار برداشت نیتروژن از خاک بسته به مقدار کود نیتروژن مصرفی و شوری آب آبیاری از ۸۱ تا ۱۸۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن متغیر بود، اما نوع کود نیتروژنی تأثیر معنی‌داری بر مقدار آن نداشت. با افزایش سطح شوری و با کاهش میزان مصرف کود نیتروژنی، مقدار ماده خشک اندام هوایی و در نتیجه مقدار برداشت نیتروژن کاهش یافت. با توجه به این که کمتر از ۱۵ درصد از نیتروژن جذب شده از خاک در فاصله کاشت تا پنجه‌زنی اتفاق افتاد، بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که در شرایط مشابه این پژوهش، حداکثر میزان مصرف کودهای نیتروژنی تا زمان پنجه‌زنی معادل ۱۵ درصد از کل کود مصرفی باشد. همچنین، بخش عمده کود نیتروژنی (۸۵ درصد) از زمان اواسط پنجه‌زنی به بعد مصرف گردد.</p>
پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۱۲/۱۰	
کلمات کلیدی:	
اوره، سولفات آمونیوم، غلظت نیتروژن	
<p>*عهده دار مکاتبات karimi_nsrc@yahoo.com</p>	

مقدمه

لذا در صورتی که مصرف این کودها مدیریت و بهینه نگردد موجب هدررفت کودها، افزایش هزینه تولید و همچنین آلودگی منابع آب، خاک و هوا خواهد شد. شوری منابع آب و خاک عموماً با کاهش رشد گیاهان و تولید محصولات کشاورزی همراه می‌باشد. در ایران، حدود ۲۲ درصد از اراضی قابل کشت متأثر از

در ایران سالانه حدود ۲ میلیون تن کودهای نیتروژنی (۱۵، ۸) مصرف می‌گردد که مصرف آن روند افزایشی نیز دارد. نتایج تحقیقات اخیر (۳۲) نیز موید روند افزایشی مصرف کودهای شیمیایی از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰، همراه با نوسانات جزئی سالیانه، در ایران می‌باشد.

توزیع عنصر در داخل گیاه بر کیفیت و عملکرد محصول موثر است (۲، ۱۳ و ۲۸). بنابراین، احتمالاً تنش شوری بر الگوی جذب نیتروژن نیز موثر باشد. تاکنون تحقیقی مزرعه‌ای که اثر سه سطح شوری آب آبیاری طبیعی کمتر، نزدیک و بیش از حد آستانه تحمل به شوری گندم را بر الگوی جذب نیتروژن در یک مزرعه در استان یزد بررسی کرده باشد ملاحظه نگردید. بنابراین، این پژوهش در راستای پاسخ به این سوال که تنش شوری و کاربرد کود نیتروژنی چه تاثیری بر میزان و الگوی جذب نیتروژن در شرایط مزرعه‌ای استان یزد دارد انجام شد. همچنین انتظار می‌رود نتایج این تحقیق، در بهینه‌سازی الگوی مصرف کودهای نیتروژنی در مزارع گندم موثر باشد.

روش تحقیق

به منظور بررسی الگوی جذب نیتروژن در گندم، آزمایشی مزرعه‌ای در مزرعه تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری واقع در ۲۲ کیلومتری شمال یزد انجام شد. اقلیم منطقه براساس روش دومارتن اصلاح شده فراخشک سرد با میانگین بارندگی سالانه ۷۰ میلی‌متر و میانگین سالانه تبخیر از تشتک ۴۰۰۰ میلی‌متر می‌باشد (۳۷). در این تحقیق، تاثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری (۱/۷، ۷/۲۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) و نوع کود نیتروژنی (کود اوره و سولفات آمونیوم) بر عملکرد دانه و کاه، درصد نیتروژن دانه و کاه و همچنین مقدار برداشت نیتروژن از خاک در مراحل مختلف رشدی گندم بررسی گردید. تیمارهای تحقیق به صورت طرح آماری کرت‌های خرد شده و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. فاکتور اصلی سطوح مختلف تنش شوری بود و نوع کود نیتروژنی و مراحل مختلف رشدی گندم به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. هریک از تیمارهای تحقیق دارای سه تکرار بودند. اولین منبع آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۱/۷۰ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۱)، برای تولید گندم غیرشور محسوب شده (۶) و انتظار می‌رود تیمارهایی که از این منبع آب آبیاری می‌شوند بیشترین عملکرد را داشته باشند. دومین و سومین منابع آب از نظر

تنش شوری (۴۱). افزایش فشار اسمزی محلول خاک، کاهش آب قابل استفاده گیاه و سمیت برخی عناصر از قبیل سدیم، کلر و بور مهم‌ترین پیامدهای ناشی از تنش شوری هستند که موجب محدودیت رشد گیاه می‌گردد. برهم خوردن تعادل عناصر غذایی ناشی از کاهش جذب و انتقال عناصر نیز از دیگر پیامدهای منفی تنش شوری بر رشد گیاهان می‌باشد (۲۶ و ۱۲).

نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که تنش شوری موجب کاهش سرعت رشد گندم می‌گردد (۱۸). صلاح‌الدین و همکاران^۱ (۴۱) نشان دادند که شوری ناشی از نمک کلرید سدیم موجب تاخیر در رسیدن گندم می‌گردد. مدت زمان لازم برای خوشه‌دهی در شوری‌های آب آبیاری ۰/۸، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب معادل ۵۹/۳۳، ۶۱/۱۳، ۶۱/۳۲، ۶۱/۵۶ و ۶۲/۲۲ روز بود. تنش شوری همچنین سبب برهم خوردن تعادل تغذیه‌ای در گیاهان و کاهش غلظت نیتروژن در گندم می‌شود (۳).

منظور از الگوی جذب نیتروژن، مقدار نیتروژن جذب شده از خاک در طول فصل رشد و در فواصل زمانی پس از کاشت می‌باشد (۲۹). تحقیقات انجام شده (۳۵) نشان داد که نیاز گندم به نیتروژن در طول فصل رشد ثابت نیست و از الگوی سیگموئیدی پیروی می‌کند. جذب نیتروژن در گندم عموماً شامل سه مرحله (جذب آهسته در اوایل رشد، جذب سریع در مرحله ساقه‌روی و جذب آهسته پس از مرحله گلدهی) می‌باشد. این در حالی است که توصیه مصرف کودهای نیتروژنی عموماً مصرف یکسان یا مصرف بیشتر در مراحل اولیه رشد در سه یا چهار مرحله است (۳۴). نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان داده که در شرایط شور و به دلیل کاهش رشد ریشه و رقابت یون‌هایی نظیر کلراید با نترات، جذب نیتروژن کاهش می‌یابد (۳). پژوهش‌های انجام شده نشان داد که شوری به طور مستقیم بر فرآیند جذب، قابلیت دسترسی و انتقال عناصر غذایی اثر گذاشته و با کاهش یا افزایش جذب، انباشتگی و تغییر

در دو مرحله ساقه‌روی و سنبله رفتن (در هر مرحله ۵۲/۵ کیلوگرم در هکتار) مصرف شد. عملیات آبیاری به صورت آبیاری ثقلی و در ۶ مرحله، به ترتیب در پانزدهم آبان، اول آذر، دوازدهم دی، نهم اسفند، بیست و هشتم اسفند و پانزدهم فروردین، انجام شد. بجز آبیاری دوم و سوم که با عمق حدود پنج سانتیمتر انجام شد عمق آب آبیاری در سایر آبیاری‌ها حدود ۱۰ سانتیمتر بود. علف‌های هرز بصورت مکانیکی حذف شدند. در طول دوره رشد هیچ گونه آفت یا بیماری مشاهده نگردید.

در مراحل پنجه‌روی، ساقه‌روی، گلدهی و رسیدن، دو متر مربع از سطح زیر کشت که شامل پنج ردیف به طول دو متر که دو ردیف سمت چپ و راست آن به عنوان حاشیه در نظر گرفته شده بود، برداشت گردید. سپس میزان عملکرد خشک بخش هوایی، عملکرد دانه و گاه اندازه‌گیری شد. درصد نیتروژن برگ و دانه با استفاده از روش کج‌جلدال اندازه‌گیری شد (۲۴). میزان جذب عنصر نیتروژن از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن گیاه و میزان ماده خشک محاسبه گردید. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه تحلیل گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای برآورد میزان نزدیکی میانگین نمونه به میانگین جمعیت از آماره‌ای به نام خطای استاندارد میانگین استفاده می‌شود. منظور از خطای استاندارد، حدود اطمینانی است که ۹۵ درصد نمونه‌های یک جمعیت در این فاصله قرار می‌گیرند (۴۶). نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل رسم شدند.

جدول (۱) نتایج تجزیه کیفیت آب مورد استفاده در پژوهش.

Table (1) The results of water quality analysis used in the experiment.

کلسیم Ca ²⁺	منیزیم Mg ²⁺	سدیم Na ⁺	پتاسیم K ⁺	کربنات CO ⁻²³	بی کربنات HCO ⁻³	اسیدیته pH	شوری خاک EC _{iw} (dS m ⁻¹)
meq L ⁻¹							
4.10	5.00	18.14	0.19	0.60	2.30	8.30	1.70
9.00	17.15	42.68	0.24	0.30	1.67	8.22	7.22
12.05	27.95	166.64	0.84	1.00	2.65	8.37	12

کشاورزی آب شور محسوب می‌شوند، لذا انتظار می‌رود مصرف این آب‌ها با کاهش عملکرد دانه و گاه گندم همراه باشد (۲۰).

برخی ویژگی‌های خاک (عمق ۰-۳۰ سانتیمتری) شامل قابلیت هدایت الکتریکی (۴۶)، بافت به روش هیدرومتر (۱۱)، اسیدیته در گل اشباع، کربن آلی به روش والکل و بلک (۲۳)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (۲۵) و پتاسیم قابل جذب با روش استات آمونیوم (۹) و با دستگاه فلیم فتومتر تعیین شد. ترکیب آنیونی و کاتیونی آب‌های مورد استفاده در مزرعه نیز به روش آزمایشگاه شوری ایالات متحده امریکا (۲۴) اندازه‌گیری شد. این پژوهش دارای ۲۷ واحد آزمایشی بود. هر واحد آزمایشی شامل یک کرت با ابعاد ۴×۶ متر بود. بذرها گندم از رقم ارگ (۴) در ۲۰ ردیف به فواصل ۲۰ سانتیمتر و با تراکم ۵۰۰ عدد در هر متر مربع کشت شد. عناصر غذایی کم مصرف پیش از کاشت و بصورت خاکی و بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۲) و نتایج تحقیقات گذشته مصرف شدند (۷ و ۳۰). همان‌طور که در جدول ۲ آمده است خاک مورد مطالعه آهکی و مقدار کربن آلی (۰/۵۱ درصد) و نیتروژن (۰/۰۴ درصد) آن پایین بود. بنابراین مصرف کود نیتروژنی برای رسیدن به عملکرد مناسب در شرایط این تحقیق ضروری بود. نظر به اینکه مقدار فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک مورد مطالعه بیشتر از حد بحرانی بود (جدول ۲)، لذا مصرف کودهای فسفوری و پتاسیمی جهت تولید بهینه ضرورت نداشت (۷، ۳۲). کودهای نیتروژنی به میزان ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن عنصری

کریمی و زارع مهرجردی: اثر نوع کود نیتروژنی و شوری بر...

جدول (۲) برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده در آزمایش

Table (2) Some of physico-chemical properties of the soil used in the experiment

مقدار	واحد	خصوصیت خاک	مقدار	واحد	Soil خصوصیت خاک
Value	Unit	Soil properties	Value	Unit	properties
33.6	میلی گرم در کیلوگرم mg kg ⁻¹	فسفر قابل جذب Avail. P	2.00	دسی‌زیمنس بر متر (dS m ⁻¹)	شوری خاک ECe
313.3	میلی گرم در کیلوگرم mg kg ⁻¹	پتاسیم قابل جذب Avail. K	7.6	-	اسیدیته pH
3.80	میلی گرم در کیلوگرم mg kg ⁻¹	آهن قابل جذب Avail. Fe	0.51	درصد (%)	ماده آلی Organic Matter
3.18	میلی گرم در کیلوگرم mg kg ⁻¹	منگنز قابل جذب Avail. Mn	31.50	درصد (%)	موادخشی شونده T.N.V
0.34	میلی گرم در کیلوگرم mg kg ⁻¹	روی قابل جذب Avail. Zn	52.00	درصد (%)	شن Sand
0.62	میلی گرم در کیلوگرم mg kg ⁻¹	مس قابل جذب Avail. Cu	27.6	درصد (%)	سیلت Silt
0.04	درصد (%)	نیتروژن کل Total N	20.4	درصد (%)	رس Clay

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که تنش شوری اثر معنی داری بر عملکرد دانه، عملکرد کاه و میزان جذب نیتروژن دارد. لیکن سطوح مختلف شوری آب آبیاری تاثیر معنی داری بر درصد نیتروژن دانه و کاه نداشت. همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که مدیریت مصرف کود نیتروژنی تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه و کاه نداشت، لیکن تاثیر معنی داری بر درصد نیتروژن دانه و کاه و همچنین میزان نیتروژن برداشت شده از خاک دارد. با توجه به اینکه اثرات متقابل مدیریت مصرف کود نیتروژنی و تنش شوری بر هیچ کدام از شاخص‌های اندازه‌گیری شده تاثیر معنی داری نداشت، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که الگوی تغییرات عملکرد و شاخص‌های اندازه‌گیری شده در کلیه سطوح شوری آب آبیاری مشابه بود.

اثر تنش شوری و مدیریت مصرف کود نیتروژنی بر ماده خشک اندام هوایی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که تنش شوری، مدیریت مصرف کودی و مرحله رشدی گندم اثر معنی داری بر میزان جذب و درصد نیتروژن در اندام هوایی گندم دارد. اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر وزن ماده خشک

اندام هوایی گندم در چهار مرحله از رشد (اواسط پنجه‌روی، ساقه‌روی، گلدهی و برداشت) و در تیمارهای مصرف ۱۰۵ کیلوگرم نیتروژن به صورت کود اوره، مصرف ۱۰۵ کیلوگرم نیتروژن به صورت کود سولفات آمونیوم و تیمار عدم مصرف کود نیتروژنی، در شکل ۱ نشان داده شده است. تاثیر شوری آب آبیاری بر میزان ماده خشک اندام هوایی بسته به مدیریت مصرف کودی و در مراحل مختلف رشدی گندم متفاوت بود. به عنوان مثال در تیمار مصرف کود اوره، شوری آب آبیاری تاثیر معنی داری بر ماده خشک اندام هوایی در مراحل اولیه رشد (پنجه‌روی و ساقه‌روی) نداشت. در تیمار مصرف اوره، میزان ماده خشک اندام هوایی در مرحله پنجه‌روی و برای سطوح شوری ۱/۷۰، ۷/۲۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب معادل ۳۶۵، ۳۶۹ و ۳۶۹ کیلوگرم در هکتار بود. به عبارت دیگر با افزایش تنش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر میزان ماده خشک اندام هوایی تنها به میزان ۸/۵ و ۷/۵ درصد کاهش یافت. هر چند افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر معنی داری بر میزان ماده خشک تولیدی در مرحله ساقه‌روی نداشت، اما با افزایش شوری آب آبیاری به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر میزان ماده خشک تولیدی

میزان ۳۵/۶ و ۳۷/۳ درصد کاهش یافت. نحوه تاثیر گذاری تنش شوری بر ماده خشک اندام هوایی در مرحله پنجه زنی و در تیماری که کود نیتروژنی دریافت نکرده بود شبیه تیمارهای مصرف کود اوره و سولفات آمونیوم بود. میزان ماده خشک در مرحله پنجه زنی و در شوری های آب آبیاری ۱/۷۰، ۷/۲۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب معادل ۵۸۵/۰۵، ۳۱۷/۴۶ و ۳۷۲/۱۱ بود. به عبارت دیگر با افزایش تنش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر میزان ماده خشک اندام هوایی در مرحله پنجه زنی به میزان ۴۵/۸۱ و ۳۶/۴۱ درصد کاهش یافت. این در حالی است که با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ دسی زیمنس بر متر ماده خشک هوایی در زمان برداشت از ۹۱۵۰ به ۱۰۶۵۸ کیلوگرم در هکتار (۱۴/۱۴ درصد) افزایش یافت. لیکن این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود. افزایش میزان ماده خشک تولیدی با افزایش اندک شوری آب آبیاری توسط سایر محققین نیز گزارش شده است. به عنوان مثال اندریس و محمود^۱ (۲۰۰۷) افزایش عملکرد جو در شوری خاک ۱۳ دسی زیمنس بر متر در مقایسه با خاکی با شوری ۰/۷ دسی زیمنس بر متر و در تیمار مصرف کود پتاسه گزارش نمودند. همچنین کیم و همکاران^۲ (۲۰۱۶) اثر مثبت اما غیر معنی دار افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۳ به ۱/۴ دسی زیمنس بر متر بر عملکرد کاهورا گزارش نمودند. نتایج پژوهش مجید و همکاران^۳ (۲۰۱۳) نیز بیانگر اثر مثبت شوری آب آبیاری ۴ دسی زیمنس بر متر در مقایسه با شوری ۰/۳۸۵ دسی زیمنس بر متر در مورد گیاه گندم بود. اثر مثبت شوری بر رشد گیاهان می تواند به دلیل اضافه شدن یونهای ضروری برای رشد گیاه مانند سولفات، نترات، پتاسیم به خاک از طریق آب آبیاری باشد (۲۵، ۳۸). با افزایش شدت تنش شوری (به بیش از حد آستانه) و با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۱۲ دسی زیمنس بر متر ماده خشک هوایی به میزان ۱۷/۴۸ درصد کاهش یافت.

به طور معنی داری کاهش یافت (شکل ۱). میزان ماده خشک تولیدی در مرحله ساقه روی و در سطوح اول، دوم و سوم شوری آب آبیاری به ترتیب معادل ۱۹۸۱، ۱۹۹۸ و ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین تاثیر تنش شوری بر ماده خشک اندام هوایی در مرحله برداشت مشاهده گردید. به نحوی که با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر میزان ماده خشک اندام هوایی از ۱۱۰۵۸ به ۷۱۸۳ و ۷۹۳۳ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت و این کاهش از نظر آماری معنی دار بود. به عبارت دیگر با افزایش شوری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر میزان ماده خشک اندام هوایی به میزان ۳۵/۰۴ و ۲۸/۲۶ درصد کاهش یافت (شکل ۱). کاهش رشد و عملکرد گیاهان با افزایش شوری آب آبیاری به بیش از حد آستانه تحمل به شوری گیاهان قابل پیش بینی بوده و توسط بسیاری از پژوهشگران نیز گزارش شده است (۱۵). اگرچه روند افزایشی ماده خشک اندام هوایی در تیمار مصرف کود سولفات آمونیوم مشابه تیمار مصرف کود اوره بود، اما شدت تاثیر گذاری تنش شوری بر مقدار ماده خشک اندام هوایی در تیمار مصرف کود سولفات آمونیوم بیشتر از تیمار مصرف کود اوره بود. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده تنش شوری تاثیر معنی داری بر مقدار ماده خشک اندام هوایی در مراحل پنجه زنی و ساقه دهی داشت. میزان ماده خشک در مرحله پنجه زنی و در شوری های آب آبیاری ۱/۷۰، ۷/۲۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب معادل ۵۴۱/۷۰، ۳۵۳/۷۰ و ۳۹۲/۴۱ بود. به عبارت دیگر با افزایش تنش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر میزان ماده خشک اندام هوایی به میزان ۳۴/۷۰ و ۲۷/۵۵ درصد کاهش یافت. این در حالی است که میزان کاهش ماده خشک اندام هوایی به دلیل افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر و در تیمار مصرف کود اوره به ترتیب معادل ۷/۵ و ۸/۵ درصد بود. در مرحله برداشت نیز شوری تاثیر منفی و معنی داری بر میزان ماده خشک هوایی داشت و با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر میزان ماده خشک اندام هوایی از ۱۱۶۵۸ به ۷۵۰۸ و ۷۳۰۸ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. به عبارت دیگر با افزایش شوری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر میزان ماده خشک اندام هوایی به

1- Endris and Mohammad
2- Kim *et al.*
3- Mojid *et al.*

جدول (۳) نتایج تجزیه واریانس اثرات شوری آب آبیاری (پلات اصلی) و مدیریت مصرف کود نیتروژنی (پلات فرعی) و برهمکنش آنها بر عملکرد دانه و کاه، درصد نیتروژن دانه و کاه (مرحله برداشت) و مقدار برداشت نیتروژن توسط گندم در مرحله برداشت.

Table (3) Variance analysis for wheat grain and straw yield, nitrogen content and nitrogen uptake at harvest in a split plot experimental design with nitrogen management (N) and three irrigation water salinity levels (Salinity) (Irrigation water salinity as main plot).

Mean Square میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
نیتروژن جذب شده N uptake	درصد نیتروژن دانه %N grain	درصد نیتروژن اندام هوایی %N shoot	ماده خشک اندام هوایی Shoot dry	عملکرد کاه Straw yield	عملکرد دانه Grain yield	df	Sources of variation	
679.45 ^{ns}	0.26 ^{ns}	0.077 ^{ns}	4146828.70 ^{ns}	1243634.25 ^{ns}	860833.33 ^{ns}	2	بلوک Block	
2240.90*	0.48 ^{ns}	0.25 ^{ns}	21894606.48**	6205856.48**	4821736.11**	2	شوری Salinity	
323.90	0.11	0.07	2304259.26	527453.70	701215.27	4	خطای a (شوری × بلوک) Error a (Salinity × Block)	
4064.57**	1.99**	0.31*	378425.93 ^{ns}	142662.03 ^{ns}	193958.22 ^{ns}	2	نیتروژن Nitrogen	
3692.22*	0.20 ^{ns}	0.11 ^{ns}	8059085.65 ^{ns}	2665856.48 ^{ns}	1458819.44 ^{ns}	4	شوری × نیتروژن Salinity × Nitrogen	
885.55	0.27	0.07	2639976.9	925868.05	551226.85	12	خطا b Error b	
23.44	22.64	21.20	18.27	18.11	20.75		ضریب تغییرات (%) CV (%)	

میانگین مربعاتی که با ^{ns}، * و ** مشخص شده اند به ترتیب نشانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

Values of mean square followed by ^{ns}= non- significant, ** and * are significant at $\alpha=0.01$ and $\alpha=0.05$, respectively.

کرمی و زارع مهرجردی: اثر نوع کود نیتروژنی و شوری بر...

جدول (۴) نتایج تجزیه واریانس اثرات شوری آب آبیاری، مدیریت مصرف کود نیتروژنی و برهمکنش آنها بر ماده خشک اندام هوایی، درصد نیتروژن اندام هوایی و مقدار برداشت نیتروژن در مراحل مختلف رشدی گندم.

Table (4) Analysis of variance for total shoot dry weight, nitrogen content and nitrogen uptake with nitrogen management (N) and three irrigation water salinity levels (Salinity) at different wheat growth stages.

میانگین مربعات ویژگی های گیاه Mean square of plant traits			درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of variation
نیتروژن جذب شده Nnitrogen uptake	نیتروژن اندام هوایی Nitrogen content	ماده خشک اندام هوایی Shoot dry weight		
2015.15 ^{ns}	0.35 ^{ns}	1211287 ^{ns}	2	Block
52555.65*	72.47**	377201625**	3	Growth stage
489.68 ^{ns}	0.96**	1432705 ^{ns}	6	Growth stage × Block
3060.46**	0.36**	16370607**	2	Salinity
2678.48**	1.45**	611333 ^{ns}	2	Nitrogen
1743.46**	0.26 ^{ns}	3025041*	4	Salinity × Nitrogen
429.86 ^{ns}	0.21 ^{ns}	3961247**	6	Salinity × Growth stage
1161.59*	0.35*	191742 ^{ns}	6	N × Growth stage
861.75*	0.18 ^{ns}	2020372*	12	Salinity × N × Growth stage
440.68	0.13	912561	64	Error
29.19	12.77	24.11		ضریب تغییرات (درصد) CV(%)

میانگین مربعاتی که با ^{ns}، * و ** مشخص شده اند به ترتیب نشانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

Values of mean square followed by ^{ns}= non- significant, ** and * are significant at $\alpha=0.01$ and $\alpha=0.05$, respectively.

نیتروژنی به ترتیب حدود ۴ و ۳ درصد بود و به ۳/۵ و ۲/۲ درصد در اواخر گل‌دهی کاهش یافت (۴۳). هرچند سرعت کاهش میزان نیتروژن از مرحله پنجه‌زنی تا گلدهی با سرعت زیاد کاهش یافت لیکن سرعت کاهش درصد نیتروژن گندم از خوشه‌دهی تا برداشت با سرعت کمتری کاهش یافت. این روند در مورد سطوح مختلف میزان مصرف و نوع کود نیتروژنی مشابه می‌باشد. به عنوان مثال در تیمار مصرف کود اوره، میزان نیتروژن در مرحله پنجه زنی معادل ۴/۹۴ درصد بود و در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی به ترتیب به ۳/۵۳ و ۱/۹۳ درصد کاهش یافت. لازم به ذکر است که کمترین نیتروژن اندام هوایی گیاه در مرحله برداشت و معادل ۱/۷۳ درصد بود. روند کاهشی میزان نیتروژن گیاه در سایر تیمارهای کودی مشابه تیمار مصرف کود اوره بود (شکل ۲).

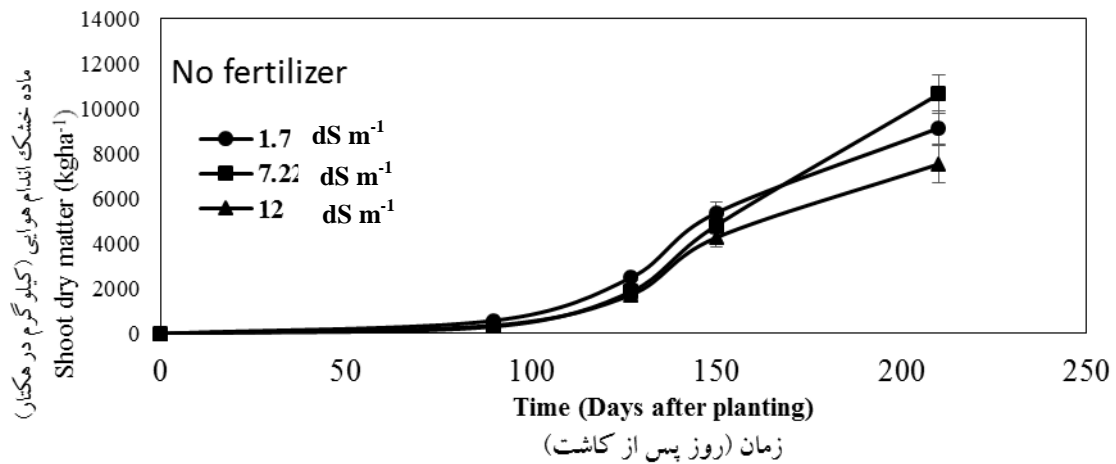
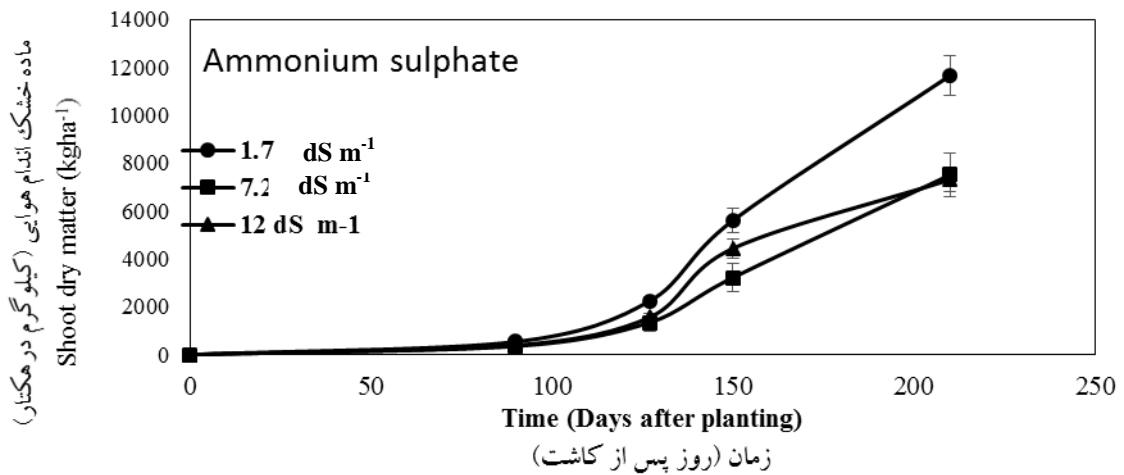
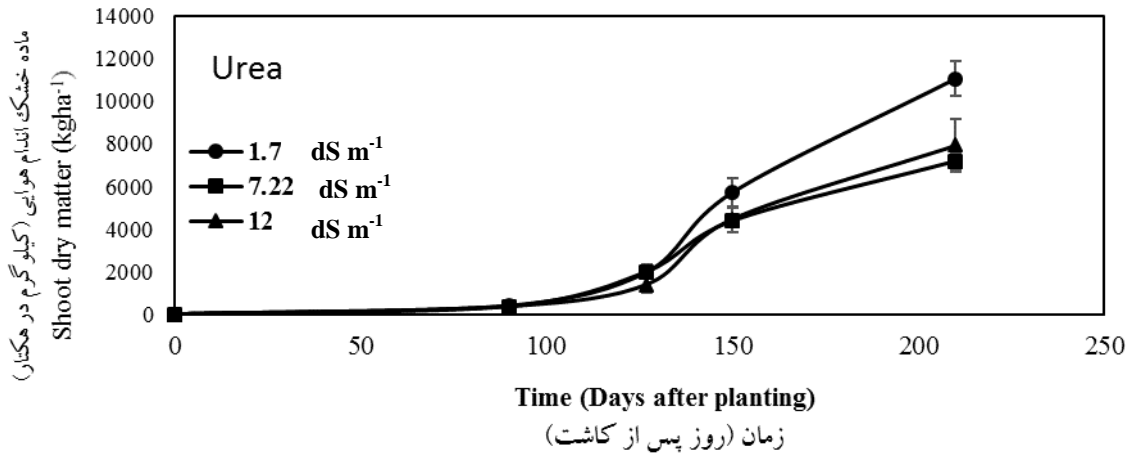
نوع و مقدار کود نیتروژنی مصرفی نیز تاثیر معنی‌داری بر درصد نیتروژن گندم داشتند و این تاثیر به مرحله رشدی گندم نیز بستگی داشت (شکل ۲). به عنوان مثال، نوع کود نیتروژنی تاثیر معنی‌داری بر درصد نیتروژن گندم در مرحله ساقه‌دهی و گلدهی نداشت. اما تاثیر نوع و میزان کود نیتروژنی مصرفی بر درصد نیتروژن گندم در مراحل برداشت و پنجه‌زنی معنی‌دار بود. به نحوی که کمترین نیتروژن در مراحل پنجه‌زنی (۲/۹۸) و برداشت (۱/۲۰) مربوط به تیمار عدم مصرف کود نیتروژنی بود اما درصد نیتروژن گندم در مرحله پنجه زنی در تیمارهای مختلف کودی اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین، در مرحله برداشت بیشترین میزان نیتروژن متعلق به تیمارهای مصرف کود اوره و سولفات آمونیوم (که به ترتیب معادل ۱/۷۵ و ۱/۷۸ درصد است) بود. نتایج تحقیقات عطارحمن و همکاران^۱ (۲۰۱۱) نشان داد که درصد نیتروژن در دانه و کاه گندم تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت اما میزان نیتروژن برداشت شده از خاک تحت تاثیر تیمارهای کودی و زمان مصرف کود نیتروژنی بود. بیشترین میزان نیتروژن برداشت شده از تیمار مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن که در سه مرحله مصرف شده بود حاصل شد (۵).

کاهش کمتر میزان ماده خشک تولیدی در تیمار عدم مصرف کود نیتروژنی در مقایسه با تیمارهای مصرف کود اوره بیانگر این واقعیت است که در این شرایط عامل اصلی محدود کننده رشد تنش شوری نیست، بلکه پایین بودن سطح حاصلخیزی خاک است. این موضوع توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (۲۵، ۱۰، ۲۰، ۲۲). برنشتاین و همکاران (۱۰) بر این واقعیت تاکید کردند که تنش شوری به ندرت موجب افزایش یا تشدید کمبود عناصر غذایی می‌گردد.

به عبارت دیگر با افزایش شوری، عموماً نیاز گیاهان به کودهای شیمیایی افزایش نمی‌یابد. البته این موضوع به معنی عدم مصرف کودهای شیمیایی در شرایط شور نمی‌باشد. بلکه اگر میزان عنصر غذایی در خاک کمتر از حد بهینه باشد مصرف کود ضرورت دارد. لذا در شرایط شور و برای انتخاب هرگونه عملیات اصلاح خاک (کاهش شوری یا افزایش حاصلخیزی خاک) باید محدودکننده‌ترین عامل را شناسایی کرد و در درجه اول عامل محدودکننده‌تر را اصلاح نمود.

اثر مدیریت مصرف کود نیتروژنی بر درصد نیتروژن اندام هوایی گندم

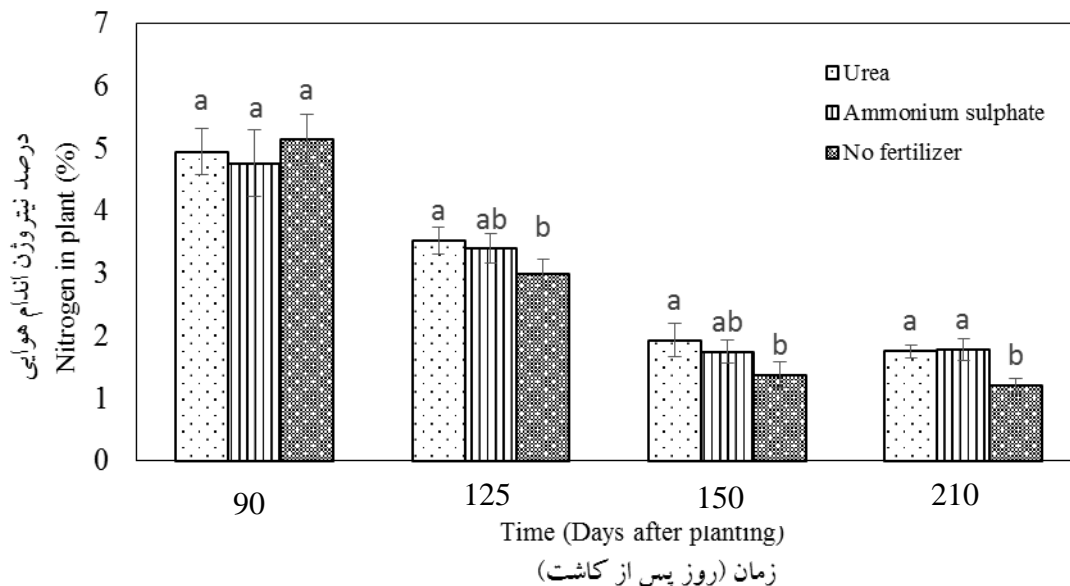
شکل ۲ اثر مدیریت مصرف کود نیتروژنی را بر میزان نیتروژن در اندام هوایی گیاه گندم در طول فصل رشد (چهار مرحله پنجه زنی، ساقه‌روی، گلدهی و برداشت) نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود میزان نیتروژن گندم به مرحله رشدی آن بستگی داشت. درصد نیتروژن گندم در مراحل اولیه رشد (پنجه زنی) حداکثر میزان بوده و با گذشت زمان تا مرحله برداشت کاهش یافت. به عنوان مثال میزان نیتروژن در زمان اواسط پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، گلدهی و برداشت اندام هوایی گندمی که با کود اوره تیمار شده‌است به ترتیب معادل ۴/۹۴، ۳/۵۳، ۱/۹۳ و ۱/۷۵ درصد بود. این مشاهده توسط سایر محققین نیز گزارش گردید (۴۳، ۲۹). این محققین نیز کاهش درصد نیتروژن در برگ گندم و با نزدیک شدن به اواخر رشد را گزارش نمودند. میزان نیتروژن در برگ گندم و در مرحله ساقه‌روی و در تیمارهای مصرف ۱۸۷ کیلوگرم نیتروژن خالص و تیمار عدم مصرف کود



شکل (۱) اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر روند تجمع ماده خشک اندام هوایی گندم تیمار شده با ۱۰۵ کیلوگرم نیتروژن خالص به شکل اوره، سولفات آمونیوم و کرت شاهد (زمان‌های ۰، ۹۰، ۱۲۷، ۱۵۰ و ۲۱۰ روز پس از کاشت به ترتیب بیانگر زمان کاشت، اواسط پنجه‌روی، ساقه‌روی، گلدهی و برداشت می‌باشد). خطوط عمودی روی میانگین‌ها مقدار خطای استاندارد می‌باشد.

Figure (1) Effect of irrigation water salinity levels on shoot dry weight accumulation of wheat treated with different sources (urea and ammonium sulphate) of 105 kg N ha⁻¹ (0, 90, 127, 150 and 210 days after planting refers to sowing, midtillering, stem elongation, flowering and harvest stages). Bars show standard error.

کریمی و زارع مهرجردی: اثر نوع کود نیتروژنی و شوری بر...



شکل (۲) اثر مدیریت مصرف نیتروژنی بر غلظت نیتروژن اندام هوایی گندم. زمان‌های ۰، ۹۰، ۱۲۷، ۱۵۰ و ۲۱۰ روز پس از کاشت به ترتیب بیانگر زمان کاشت، اواسط پنجه‌روی، ساقه‌روی، گلدهی و برداشت می‌باشد. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند. خطوط عمودی روی میانگین‌ها مقدار خطای استاندارد می‌باشد.

Figure (2) Effect of nitrogen management on wheat nitrogen content (%) (0, 90, 127, 150 and 210 days after planting refers to sowing, midtillering, stem elongation, flowering and harvest stages). Means with the same letter are not significantly different according to Duncan test ($P \leq 0.05$). Bars show standard error.

عدم مصرف کود نیتروژنی اتفاق افتاد و از نظر عددی معادل ۲۶/۷۵، ۶۳/۴۵، ۷۱/۴۴ و ۸۳/۲۰ کیلوگرم در هکتار در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، خوشه‌دهی و برداشت بود. بیشترین میزان برداشت نیتروژن مربوط به تیمار مصرف کود سولفات آمونیوم بود و در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، خوشه‌دهی و برداشت به ترتیب معادل ۲۰/۸۶، ۷۶/۰۳، ۱۰۱/۹۳ و ۱۸۹/۱۶ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳).

هرچند روند افزایشی میزان نیتروژن برداشت شده از خاک با نزدیک شدن به مرحله برداشت در دومین سطح از تنش شوری نیز مشاهده شد، اما در تیمار شوری آب آبیاری ۷/۲۲ دسی‌زیمنس بر متر و بر خلاف تیمار شوری آب آبیاری ۱/۷۰ دسی‌زیمنس بر متر، کمترین میزان نیتروژن برداشت شده از خاک مربوط به تیمار مصرف کود سولفات آمونیوم بود و از نظر آماری با تیمارهای مصرف کود اوره (به جز در مرحله برداشت) و تیمار عدم مصرف کود (به جز در مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌دهی)

اثر شوری و مدیریت مصرف کود نیتروژنی بر میزان نیتروژن برداشت شده

همانطور که از شکل ۳ مشخص است، مدیریت مصرف کود نیتروژنی و مرحله رشدی گندم تاثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن برداشت شده از خاک داشت. به عنوان مثال در شوری آب آبیاری ۱/۷۰ دسی‌زیمنس بر متر، تاثیر میزان کود نیتروژنی مصرفی بر میزان نیتروژن برداشت شده از خاک توسط گندم در مراحل گلدهی و برداشت معنی‌دار بود. اما نوع و میزان کود نیتروژنی تاثیر معنی‌داری بر نیتروژن برداشت شده از گندم در مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌دهی نداشت. اگرچه نوع کود نیتروژنی تاثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن برداشت شده از خاک در مرحله گلدهی نداشت لیکن میزان برداشت نیتروژن تاثیر معنی‌داری از نوع کود نیتروژنی مصرف شده در مرحله برداشت پذیرفت. کمترین میزان برداشت نیتروژن در کلیه مراحل رشدی (به جز مرحله پنجه‌زنی) از تیمار

و همکاران^۱ (۳۲) نشان داد که بیشترین سرعت جذب نیتروژن از خاک در فاصله زمانی پنجه‌زنی تا ساقه‌روی اتفاق می‌افتد اما بیشترین میزان جذب نیتروژن عموماً در ابتدای گل‌دهی تا شیری شدن رخ می‌دهد. تاثیر مثبت تاخیر دیر هنگام خاکی کود نیتروژنی توسط بلانڈینو و همکاران^۲ (۲۰۱۵) نیز گزارش گردید (۱۰).

اثر شوری و نوع کود نیتروژنی بر الگوی جذب نیتروژن

جدول ۵ اثر شوری، نوع و میزان کود نیتروژنی بر الگوی جذب نیتروژن در گندم را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود میزان نیتروژن برداشت شده از خاک از مرحله کاشت تا اواسط پنجه‌زنی در کلیه تیمارها کمتر از ۱۵ درصد می‌باشد. به عبارت دیگر بخش اندکی از نیتروژن جذب شده از خاک در فاصله کاشت تا پنجه‌زنی اتفاق افتاد و این مسئله مشابه گزارشات موجود (آلی و دیگران، ۱۹۹۹) است. این مهم ضرورت مصرف اندک کود نیتروژنی از زمان کاشت تا اواسط پنجه‌زنی را نشان می‌دهد (۲۵، ۳۱). لازم به ذکر است که این دوره رشد گندم فاصله زمانی حدود ۹۰ روز را در استان یزد شامل می‌شود. همچنین با توجه به اینکه میزان برداشت نیتروژن در تیمارهای مصرف و عدم مصرف کود نیتروژنی در مرحله پنجه‌زنی مشابه می‌باشد، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که مصرف کود نیتروژنی باید عمدتاً از مرحله پنجه‌زنی که مصادف با گرم شدن هوا و رشد سریع گندم می‌باشد مصرف گردد. این مشاهدات با نتایج سایر محققین هماهنگ می‌باشد (۱۴). این محققین گزارش کردند که به تعویق انداختن اولین زمان مصرف کود از پنجه‌زنی تا مرحله GS30 تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه گندم نداشت. طارق‌جان و همکاران (۴۵) نیز نشان دادند که جهت تولید گندم مصرف یک مرحله‌ای کود اوره (غلاف رفتن) بر تقسیط سه مرحله‌ای (کاشت، پنجه‌زنی و غلاف رفتن) آن ارجحیت دارد.

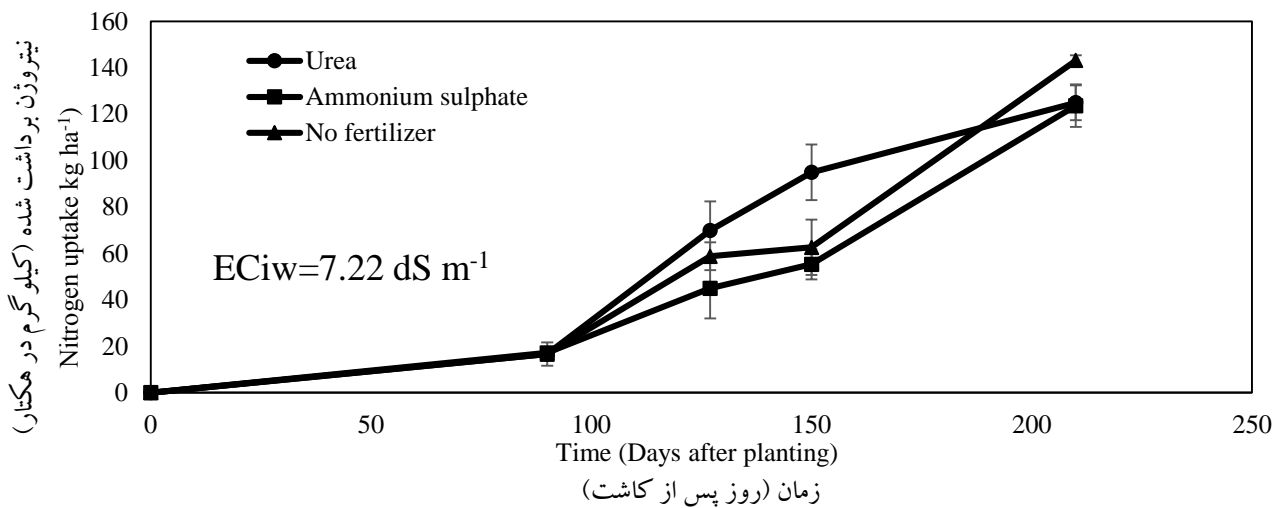
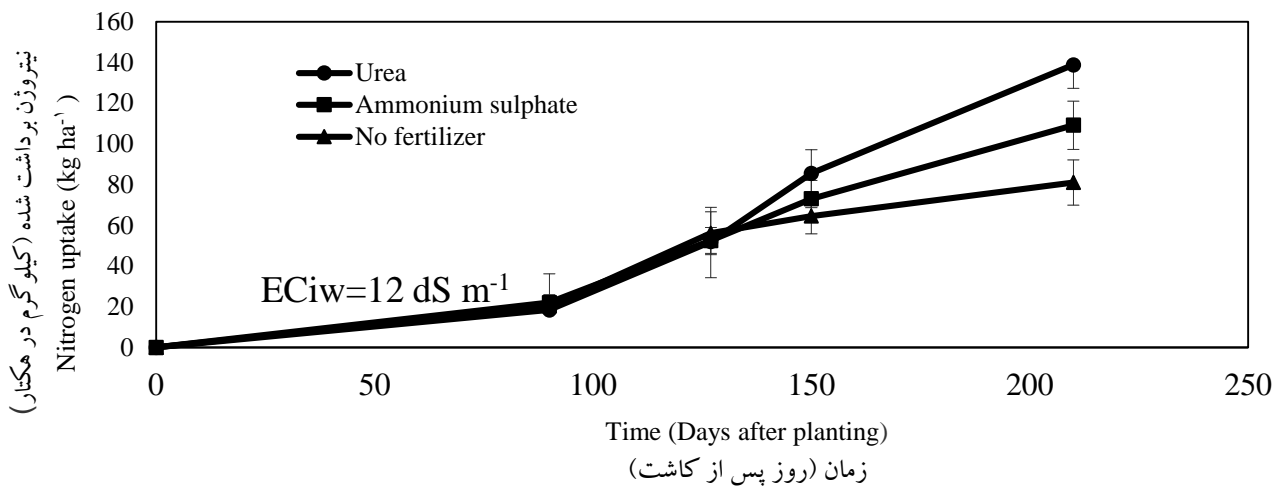
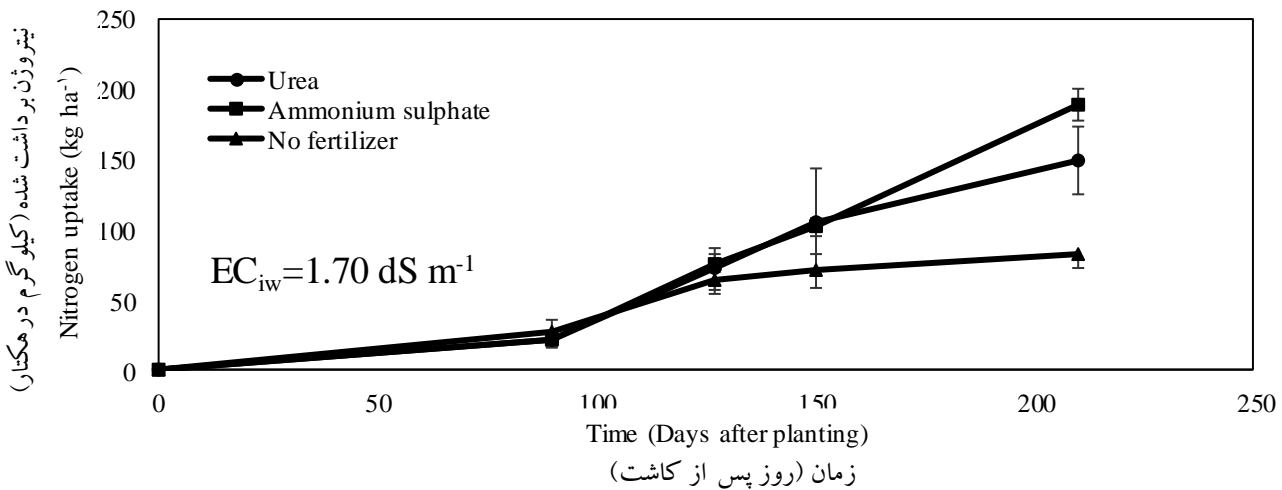
تفاوت معنی‌داری داشت. مقدار نیتروژن برداشت شده گندم از تیمار مصرف کود سولفات آمونیوم در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، خوشه‌دهی و برداشت به ترتیب معادل ۱۷/۱۵، ۴۴/۹۹، ۵۵/۳۰ و ۱۲۳/۶۳ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین نیتروژن برداشت شده از خاک در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، خوشه‌دهی و برداشت از گندم تیمار شده با کود اوره (به جز در مرحله برداشت) حاصل شد و از نظر عددی به ترتیب معادل ۱۶/۶۵، ۶۹/۹۴، ۹۴/۹۱ و ۱۲۴/۹۶ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳).

روند افزایشی میزان نیتروژن برداشت شده از خاک در گندم‌های تیمار شده با شوری آب آبیاری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نیز مشاهده شد (شکل ۳). اگرچه کمترین نیتروژن برداشت شده از خاک از تیمار عدم مصرف کود نیتروژنی حاصل گردید، لیکن تفاوت میزان نیتروژن برداشت شده از تیمار عدم مصرف کود نیتروژنی با تیمارهای مصرف کود اوره و سولفات آمونیوم از نظر آماری تنها در مرحله برداشت معنی‌دار بود. به عبارت دیگر مصرف کود نیتروژنی در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌دهی تاثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن برداشت شده از خاک در تیمار شوری آب آبیاری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نداشت. این مشاهده شبیه تیمار آب آبیاری ۱/۷۰ دسی‌زیمنس بر متر بوده و اهمیت رعایت زمان مصرف کودهای نیتروژنی را گوشزد می‌نماید. تاثیر نوع کود نیتروژنی بر میزان نیتروژن برداشت شده از خاک نیز تنها در مرحله برداشت معنی‌دار بود. بیشترین نیتروژن برداشت شده گندم از تیمار مصرف کود اوره اتفاق افتاد و از نظر عددی و در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، خوشه‌دهی و برداشت به ترتیب معادل ۱۸/۳۶، ۵۱/۹۰، ۸۵/۵۳ و ۱۳۸/۷۵ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین نیتروژن برداشت شده از خاک از تیمار عدم مصرف کود نیتروژنی حاصل شد و در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌روی، گلدهی و برداشت به ترتیب معادل ۲۰/۳۱، ۵۶/۱۱، ۶۴/۴۸ و ۸۰/۹۷ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳). این مشاهدات با نتایج سایر محققین هماهنگ بود (۹، ۱۴، ۳۱). نتایج تحقیقات مالهی

1- Malhi et al.

2- Blandino et al.

کریمی و زارع مهرجردی: اثر نوع کود نیتروژنی و شوری بر...



شکل (۳) اثر مدیریت مصرف کود نیتروژنی بر میزان برداشت نیتروژن اندام هوایی گندم تیمار شده با آبهای آبیاری با هدایت ۱۲ و ۷/۲۲، ۱/۷۰، ۰/۹۰ و ۰/۱۲۷ دسی زیمنس بر متر زمان‌های ۰، ۹۰، ۱۵۰ و ۲۱۰ روز پس از کاشت به ترتیب بیانگر زمان کاشت، اواسط پنجه‌روی، ساقه‌روی، گلدهی و برداشت می‌باشد). خطوط عمودی روی میانگین‌ها مقدار خطای استاندارد می‌باشد.

Figure (3) Effect of nitrogen management on wheat nitrogen uptake treated with irrigation water salinity levels of 1.7, 7.22 and 12 dS m⁻¹ (0, 90, 127, 150 and 210 days after planting refers to sowing, midtillering, stem elongation, flowering and harvest stages). Bars show standard error.

آماری معنی داری بود. تاثیر معنی دار تنش شوری بر عملکرد کاه گندم نیز مشاهده گردید (شکل ۴). با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ دسی زیمنس بر متر، عملکرد کاه از ۶۶۹۵ به ۴۴۲۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت و این کاهش از نظر آماری معنی دار بود.

اثر شوری بر عملکرد دانه و کاه گندم

شکل ۴ اثر سه سطح شوری آب آبیاری (۱/۷، ۷/۲۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) را بر عملکرد دانه و کاه گندم نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود شوری تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه داشت (شکل ۴). به عنوان مثال با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۷ به ۷/۲۲ دسی زیمنس بر متر، عملکرد دانه از ۴۶۶۲ به ۲۹۲۴ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت و این کاهش از نظر

جدول (۵) اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری و نوع کود نیتروژنی بر میزان جذب نیتروژن در مراحل مختلف رشدی گندم
Table (5) Effect of irrigation water salinity levels and nitrogen sources on nitrogen uptake at different growth stages

نیتروژن جذب شده در مراحل مختلف رشد (درصد) Nitrogen uptake at growth stages (%)				منبع کود نیتروژنی Nitrogen sources	شوری آب آبیاری (دسی زیمنس بر متر) Irrigation water salinity levels (dS m ⁻¹)
گلدهی تا برداشت Flowering to harvest	اواسط ساقه دهی تا گلدهی Midstem elongation to flowering	اواسط پنجه زنی تا اواسط ساقه دهی Midtillering to midstem elongation	کاشت تا اواسط پنجه زنی Sowing to Midtillering		
29.28 ^{bc}	22.44 ^a	34.19 ^{ab}	14.07 ^b	اوره Urea	
46.11 ^a	13.69 ^b	29.16 ^b	11.02 ^b	سولفات آمونیوم Ammonium sulphate	1.7
14.14 ^d	9.6 ^b	44.1 ^a	32.14 ^a	شاهد Control	
24.05 ^c	19.98 ^a	42.64 ^a	13.32 ^b	اوره Urea	
55.27 ^a	8.33 ^b	22.51 ^b	13.87 ^b	سولفات آمونیوم Ammonium sulphate	7.22
56.23 ^a	2.67 ^c	29.46 ^b	11.62 ^b	شاهد Control	
38.35 ^b	24.23 ^a	24.17 ^b	13.23 ^b	اوره Urea	
43.08 ^a	18.81 ^a	27.94 ^b	12.16 ^b	سولفات آمونیوم Ammonium sulphate	12
20.37 ^c	10.33 ^b	44.2 ^a	25.08 ^a	شاهد Control	

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

Within columns, means with same letter did not differ significantly at $p < 0.05$ by Duncan Multiple Range Test (DMRT).

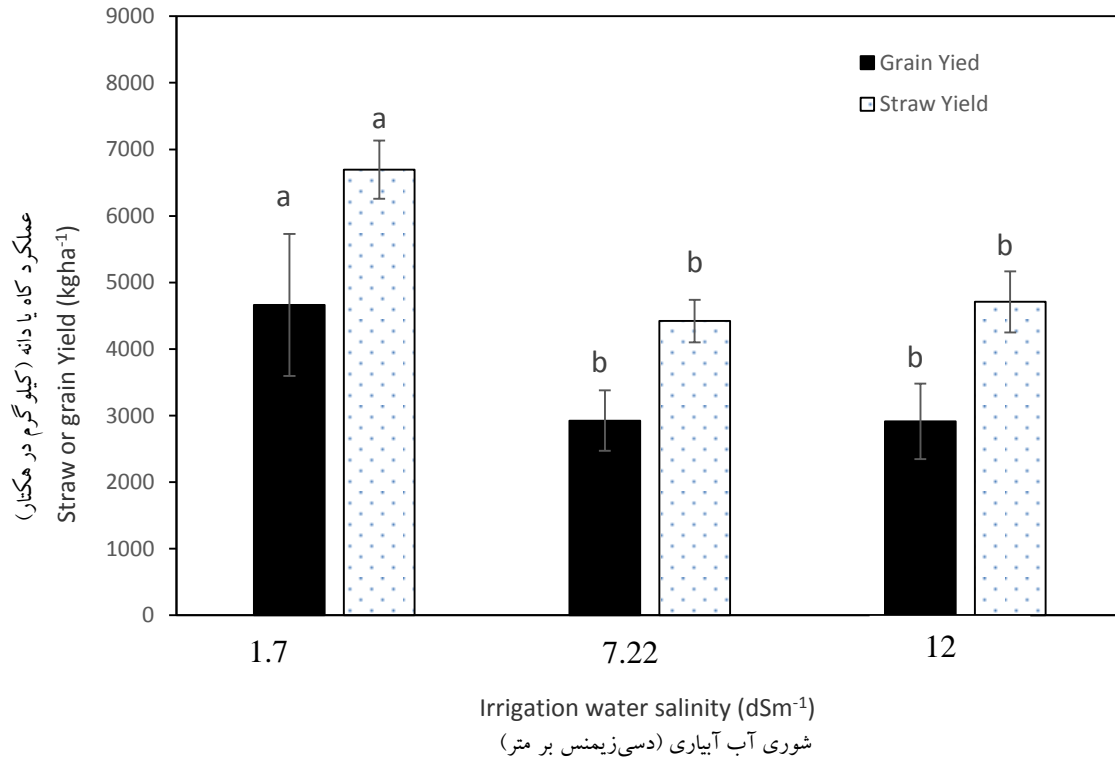
گندم نداشت (جدول ۳). این نتایج با نتایج سایر محققین هماهنگ بود. به عنوان مثال فیلهو و همکاران (۱۷) نشان دادند که نوع کود نیتروژنی (اوره یا سولفات آمونیوم) تاثیر معنی داری بر عملکرد گندم نداشت. تاثیر نوع و زمان مصرف کود نیتروژنی بر عملکرد گندم توسط سایر

این مطلب بیانگر تاثیر منفی تنش شوری بر رشد و عملکرد گندم در شرایطی که گیاه از تنش کودی رنج نمی برد (سطح حاصلخیزی خاک بالا از نظر نیتروژن) می باشد (۱۰، ۲۰، ۲۲). نکته ای که باید به آن اشاره نمود اینکه نوع کود نیتروژنی تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه

کریمی و زارع مهرجردی: اثر نوع کود نیتروژنی و شوری بر...

افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۷۰ به ۸ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه و کاه گندم کاهش یافت اما با افزایش شوری آب آبیاری از ۸ به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه کاهش معنی‌داری نداشت.

محققین نیز بررسی گردیده است (۱۸، ۴۳). با افزایش شوری آب آبیاری از ۷/۲۲ به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه و کاه گندم تاثیر معنی‌داری نپذیرفت. این مشاهده در هر دو نوع کود نیتروژنی ملاحظه گردید. نتایج تحقیقات سایر محققین (۲۱) نیز نشان داد که با



شکل (۴) اثر شوری بر عملکرد دانه و کاه گندم. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند. خطوط عمودی روی میانگین‌ها مقدار خطای استاندارد می‌باشد.

Figure (4) Effect of irrigation water salinity levels on wheat grain and straw yield. Means with the same letter are not significantly different according to Duncan test ($P \leq 0.05$). Bars show standard error.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که الگوی جذب نیتروژن در سطوح مختلف شوری و نوع کود نیتروژنی مشابه می‌باشد. با توجه به این که بخش عمده‌ای از نیتروژن مورد نیاز گیاه (بیش از ۸۰ درصد) از اواسط پنجه زنی به بعد از خاک جذب می‌شود به نظر می‌رسد در صورت ضرورت، با مصرف حدود ۱۵ درصد از کودهای نیتروژنی از زمان کاشت تا اواسط پنجه‌زنی بتوان افزون بر افزایش تولید محصول، از هدررفت کودهای نیتروژنی، که در برخی از مزارع گندم بیش از هشتاد درصد است، جلوگیری کرد.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از کلیه همکاران مرکز ملی تحقیقات شوری و بخش خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد که در اجرای این تحقیق کمک نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد. این مقاله بخشی از نتایج پروژه تحقیقاتی به شماره ۹۰۰۳-۲۳-۲۳-۲ است که در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به ثبت رسیده‌است.

References

1. Abdul-Kadir, S.M., and Paulsen, G.M. 1982. Effect of salinity on nitrogen metabolism in wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 5: 1141-1151.
2. Abbas, Z.K., and Mobin, M. 2016. Comparative growth and physiological responses of two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance to salinity and cyclic drought stress. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(6): 745-758.
3. Akhtari, A., Homaei, M., and Hoseini, Y. 2014. Modeling plant response to salinity and soil nitrogen deficiency. *Journal of Water and Soil Resources Conservation*, 3: 33-50.
4. AminiSefidab A., Vahabzadeh, M., MajidiHeravan, E., Akbari, A., Afyoni, D., Saberi, M.H., Tabatabaee, M.T., HajiakhondiMeybodi, H., Koohkan, S A., and Lotfali Ayeneh, G.A. 2012. Arg, A New Bread Wheat Cultivar for Moderate Climate Zones of Iran with Salinity of Soil and Water. *Seed and Plant Improvement Journal*, 28(1): 723-726. (in Persian).
5. Ataurrahman, M., Sarker, M.A.Z., Amin, M.F., Jajam, A.H.S., and Akhter, M.M. 2011. Yield response and nitrogen use efficiency of wheat under different doses and split application of nitrogen fertilizer. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 36(2): 231-240.
6. Ayers, R.S. and Westcot, D.W., 1985. *Water quality for agriculture*. Food and Agriculture Organization, 98.
7. Balali, M., Mohajeremilani, P., Khademi, Z., Doroodi, M.S., Mashayekhi, H.H., and Malakooti, M.J., 2000. A comprehensive computer model for fertilizer recommendation towards sustainable agriculture. *Ammosheshe Keshavarzi Press*, 63. (in Persian).
8. Banaei, M.H., Moameni, A., Bybordi, M., and Malakouti, M.J. 2005. *The soils of Iran*. Sana press, 481. (in Persian).
9. Behbahanizadah, A.A. and Ehyae, M. 1993. *Methods of soil analysis*. Soil and Water Research Institute paper No. 893, Soil and Water Research Institute, 76. (in Persian).
10. Blandino, M., Patrizia, V., and Amedeo R. 2015. Late-season nitrogen increases improve common and durum wheat quality. *Agronomy Journal*, 107(2): 680- 690.

11. Bernstein, L., Francois, L.E., and Clark, R.A. 1974. Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. *Agronomy journal*, 66: 412-421.
12. Bouyoucos, C.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soil. *Agronomy Journal*, 54: 406-465.
13. Butcher, K., Wick, A.F., Desutter, T., Chatterjee, A., and Harmon, J. 2016. Soil Salinity: A Threat to Global Food Security. *Agronomy Journal*, 108: 2189-2200.
14. Chakraborty, K., Sairama, R.K., and Bhaduri, D. 2016. Effects of different levels of soil salinity on yield attributes, accumulation of nitrogen, and micronutrients in Brassica spp. *Journal of plant Nutrition*, 39 (7): 1026–1037.
15. Efreteui, A., Gooding, M., White, E., Spink, J., and Hackett, R. 2016. Effect of nitrogen fertilizer application timing on nitrogen use efficiency and grain yield of winter wheat in Ireland. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 55(1): 63-73.
16. EL-Sharkawy, M.S., EL-Beshbeshy, T.R, Hassan, S.M, Mahmoud, E.K., Abdelkader, N.I., Al-Shal, R.M., and Missaoui, A. 2017. Alleviating salt stress in barley by use of plant growth stimulants and potassium sulfate. *Journal of Agricultural Science*, 9 (4):136-154.
17. Endris, S., and Mohammad, MJ. 2007. Nutrient acquisition and yield response of Barley exposed to salt stress under different levels of potassium nutrition. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 4(3):323-330.
18. Food and Agricultur Organization (2005). Fertilizer use by crop in the Islamic Republic of Iran. <http://www.fao.org/3/a-a0037e.pdf>. (accessed May 2019).
19. Filho, M.C.M.T., Salatié r, B., Andreotti, M., Benett, C.G.S., Arf, O., and Sa, M.E. 2014. Wheat nitrogen fertilization under no till on the low altitude brazilian cerrado. *Journal of Plant Nutrition*, 37: 1732–1748.
20. Fogle, V.W. and Munns, D.N. 1973. Effect of Salinity on the Time Course of Wheat Seedling Growth. *Plant Physiology*, 51: 987-988.
21. Grattan, S.R. and Grieve, C.M. 1999. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessaraki, M. (Eds.), *Hand book of plant and crop stress*. CRC Press, Marcel Dikker, New York. pp: 203-226.
22. Hajinia, S., Zarea, M.J., Rejali, F., and Varma, A. 2012. Yield and yield components of wheat as affected by salinity and inoculation with *Azospirillum* strains from saline or non-saline soil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 11: 113–121.
23. Hanson, B.R., Grattan, S.R., and Fulton, A. 2006. *Agricultural salinity and drainage*, United States of America. Department of Land, 164.
24. Jackson, M.L. 1958. *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, 498.
25. Jones, J.B. 2001. *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*. CRC Press, 282.
26. Karimizarchi, M. 2015. *A Guideline for Wheat Nitrogen Fertilization*. Sahrasharq Press, Mashhad. (in Persian).
27. Karimi, M. 2019. Wheat responses to the interactive effects between salinity and potassium sulphate fertilization. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 1(12); 239-249. (in Persian).

28. Khayatnezhad, M. and Gholamin, R. 2010. Study of NaCl salinity effect on wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars at germination stage. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 9 (2): 128-132.
29. Khoshgoftarmanesh, A., Razizadeh, A., Eshqizadeh, H., Sharifi, H.R., Savaqebi, Q., Afyuni, D., and Tadayyonnejad, M. 2012. Comparison of different spring wheat genotypes based on their response to iron fertilization in a calcareous soil. Journal of Water and Soil Science, 15 (58): 99-107. (in Persian).
30. Kim, H., Jeong, H., Jeon, J., Bae, S. 2016. Effects of irrigation with saline water on crop growth and yield in greenhouse cultivation. Water, 8(4):1-9.
31. Lemon, J. 2007. Nitrogen management for wheat protein and yield in the Esperance port zone. Western Australia Department of Agriculture and Food. 27.
32. Malhi, S.S., A.M., Johnston, J.J., Schoenau, Z.H., Wang., and Vera, C.L. 2006. Seasonal biomass accumulation and nutrient uptake of wheat, barley and oat on a Black Chernozem soil in Saskatchewan. Canadian Journal of Plant Science, 86: 1005-1014.
33. Mojid, M.A, Murad, K.F.I., Tabriz, S.S., Wyseure, G.C.L. 2013. An advantageous level of irrigation water salinity for wheat cultivation. Journal of Bangladesh Agriculture University, 11(1):141-146.
34. Moshiri, F., Shahabi, A.A., Keshavarz, P., Khoogar, Z., Feiziasl, V., Tehrani, M.M., Asadirahmani, H., Samavat, S., Qeibi, M.N., Sadri, M.H., Rashidi, N., and Khademi, Z. 2014. Guidelines for Integrated Soil Fertility and Plant Nutrition Management of Wheat. Sana Press, Tehran. (in Persian).
35. Motesharezadeh, B., Vatanara; F., and Savaghebi, G.R. 2015. Effect of potassium and zinc on some responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. Iranian Journal of Soil Research, 29: 243-381. (in Persian).
36. Orloff, S., Wright, S., and Ottman, M. 2012. Nitrogen Management Impacts on wheat yield and protein. [http://www.alfalfa.ucdavis.edu/symposium/2012f/files/.../12CAS-12_Orloff_Nitrogen_Management .pdf](http://www.alfalfa.ucdavis.edu/symposium/2012f/files/.../12CAS-12_Orloff_Nitrogen_Management.pdf). (accessed May 2018).
37. Page, A.L. 1982. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. 1143.
38. Parsa, A.A. and Karimian, N. 1975. Effect of sodium chloride on seedling growth of two major varieties of Iranian pistachio. Journal of Horticultural Science, 50: 41-46.
39. Qadir, M., Quillerou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R.J., Dreschel, P., and Noble, A.D. 2014. Economics of salt-induced land degradation and restoration. Natural Resource Forum, 38: 282-295.
40. Rad, M.H., Meshkat, M.A., and Soltani, M. 2009. The effects of drought stress on some sexual's (*Haloxylon aphyllum*) morphological characteristics. Iranian Journal of Range and Desert Research, 16: 34-43. (in Persian).
41. Rezvanimoghaddam, P. and Koocheki, A. 2001. Research history on salt affected lands of Iran: Present and future prospects-Halophytic ecosystem. In Taha, F.K. (ed.), Prospects of saline agriculture. International Center for Biosaline Agriculture, Dubai, pp: 83-97.
42. Salehuddin, M., Nasrin, J., Muhammad Ziaur, R., and Kazi Md Wayaz, H. 2017. Growth and yield response of wheat genotypes to salinity at different growth stages. International Journal of Agronomy and Agricultural Research, 11(2): 60-67.
43. Skudra, I. and Ruža, A. 2015. Nitrogen content changes in winter wheat (*Triticum Aestivum* L.) depending on fertilizer norms. In Sandija Z.R. (ed.), Nordic view to sustainable rural development. Nordic Association of Agricultural Scientists, Latvia, pp: 170-174.

44. Tariqjan, M., Jamalkhan, M., Khani, A., Arif, M., Shafi, M. and Lahwheat, F. 2010. Nitrogen indices response to nitrogen source and application time. *Pakistan Journal of Botany*, 42(6): 4267-4279.
45. U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. United states department of agriculture Press. 159.
46. Valizadeh, M. and Moghaddam, M. 2012. *Experimental designs in agriculture*. Parivar Press. 395. (in Persian).
47. Watanabe, F.S., Olsen, S.R. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorous in water and NaHCO_3 extract from soil. *Soil Science of American Procedure*, 29: 677-678.



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)