Agricultural Engineering., 43(1) (2020) 15-34
DOI: 10.22055/AGEN.2020.27941.1472

ISSN (P): 2588-526X
ISSN (E): 2588-5944

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

Mehdi Karimi[1*] and Mohamad Zare Mehrjardi[2]

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

© 2020 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

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***

مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۴۳ شماره ۱ بهار ۱۳۹۹

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

مهدی کریمی[۱*] و محمد زارع مهرجردی[۲]

۱- استادیارپژوهش، 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**

دریافت:۱۳۹۷/۱۱/۲۰

پذیرش نهایی:۱۳۹۸/۱۲/۱۰

***کلمات کلیدی:***

***اوره،***

***سولفات آمونیوم،***

***غلظت نیتروژن***

*عهده دار مکاتبات

karimi_nsrc@yahoo.com

**چکیده**

**به منظور بررسی تاثیر 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 اشکذر 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 تاثیر 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 این‌که 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.**

## مقدمه

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. لذا درصورتی‌که 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 متاثر از

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. برهم‌خوردن تعادل عناصر غذایی ناشی از کاهش جذب و انتقال عناصر نیز از دیگر پیامدهای منفی تنش شوری بر رشد گیاهان می‌باشد (۲۶و ۱۲).

نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که تنش شوری موجب کاهش سرعت رشد گندم می‌گردد (۱۸). صلاح‌الدین و همکاران[1] (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 سیگموییدی 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 عموما 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 نیترات، 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 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 بیش‌از 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 دسی زیمنس 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 به‌صورت 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 درنظر گرفته شد. هریک از تیمارهای تحقیق دارای سه تکرار بودند. اولین منبع آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۱/۷۰ دسی زیمنس 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

1- Salehuddin *et al.*

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

برخی ویژگی‌های خاک (عمق ۳۰-۰ سانتیمتری) شامل قابلیت هدایت الکتریکی (۴۶)، بافت به روش هیدرومتر (۱۱)، اسیدیته در گل اشباع، کربن آلی به روش والکلی 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. بذرهای 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 فسفری و پتاسیمی جهت تولید بهینه ضرورت نداشت (۷، ۳۲). کودهای نیتروژنی به میزان ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن عنصری 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. درطول دوره رشد هیچ‌گونه 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 کاه اندازه‌گیری شد. درصد نیتروژن برگ و دانه با استفاده از روش کجلدال 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 $CO^{-23}$ | بی‌کربنات $HCO^{-3}$ | 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 |

**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**

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

## نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که تنش شوری اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، عملکرد کاه و میزان جذب نیتروژن دارد. لیکن سطوح مختلف شوری آب آبیاری تاثیر معنی‌داری بر درصد نیتروژن دانه و کاه نداشت. همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که مدیریت مصرف کود نیتروژنی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و کاه نداشت، لیکن تاثیر معنی‌داری 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 هیچ‌کدام از شاخص‌های اندازه‌گیری شده تاثیر معنی‌داری 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 معنی‌داری 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 معنی‌داری 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 دسی زیمنس بر متر به ترتیب معادل ۳۹۹، ۳۶۵ و ۳۶۹ کیلوگرم در هکتار 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 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 معنی‌داری بر میزان ماده خشک تولیدی در مرحله ساقه‌روی نداشت، اما با افزایش شوری آب آبیاری به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر میزان ماده خشک تولیدی

به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۱). میزان ماده خشک تولیدی در مرحله ساقه‌روی 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 ۱۲دسی 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 معنی‌دار بود. به عبارت دیگر با افزایش شوری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس 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 پیش‌بینی بوده و توسط بسیاری از پژوهش-گران 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 تاثیرگذاری 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 معنی‌داری بر مقدار ماده خشک اندام هوایی در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌دهی داشت. میزان ماده خشک در مرحله پنجه‌زنی و در شوری‌های آب آبیاری ۱/۷۰، ۷/۲۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس 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 دسی‌زیمنس بر متر و در تیمار مصرف کود اوره به ترتیب معادل ۸/۵ و ۷/۵ درصد بود. در مرحله برداشت نیز شوری تاثیر منفی و معنی‌داری بر میزان ماده خشک هوایی داشت و با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۷/۲۲ و ۱۲دسی 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 دسی‌زیمنس بر متر میزان ماده خشک اندام هوایی به میزان ۳۵/۶ و ۳۷/۳ درصد کاهش یافت. نحوه تاثیرگذاری 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 پنجه‌زنی و در شوری‌های آب آبیاری ۱/۷۰، ۷/۲۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس 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 پنجه‌زنی 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 دسی‌زیمنس 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 معنی‌دار 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[1] (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[2] (۲۰۱۶) اثر مثبت اما غیر معنی‌دار افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۳ به ۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر بر عملکرد کاهو را گزارش نمودند. نتایج پژوهش مجید و همکاران[3] (۲۰۱۳) نیز بیانگر اثر مثبت شوری آب ابیاری 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 می‌تواند به دلیل اضافه شدن یونهای ضروری برای رشد گیاه مانند سولفات، نیترات، پتاسیم به خاک از طریق آب آبیاری باشد (۳۸ ,۲۵).با افزایش شدت تنش شوری (به بیش از حد آستانه) و با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۷۰ به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر ماده خشک هوایی به میزان ۱۷/۴۸ درصد کاهش یافت.

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).**

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

میانگین مربعاتی که با $^{ns}$ ,*و ** مشخص شده‌اند به ترتیب نشانگر عدم‌معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

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

**جدول(٤) 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.**

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

میانگین مربعاتی که با ns ,*و ** مشخص شده‌اند به ترتیب نشانگر عدم‌معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

Values of mean square followed by ns= non- significant, ** and * are significant at α=0.01 and α=0.05, respectively.

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، ۲۲،۲۰). برنشتاین و همکاران (۱۰) بر این واقعیت تاکید کردند که تنش شوری به ندرت موجب افزایش یا تشدید کمبود عناصر غذایی می‌گردد.

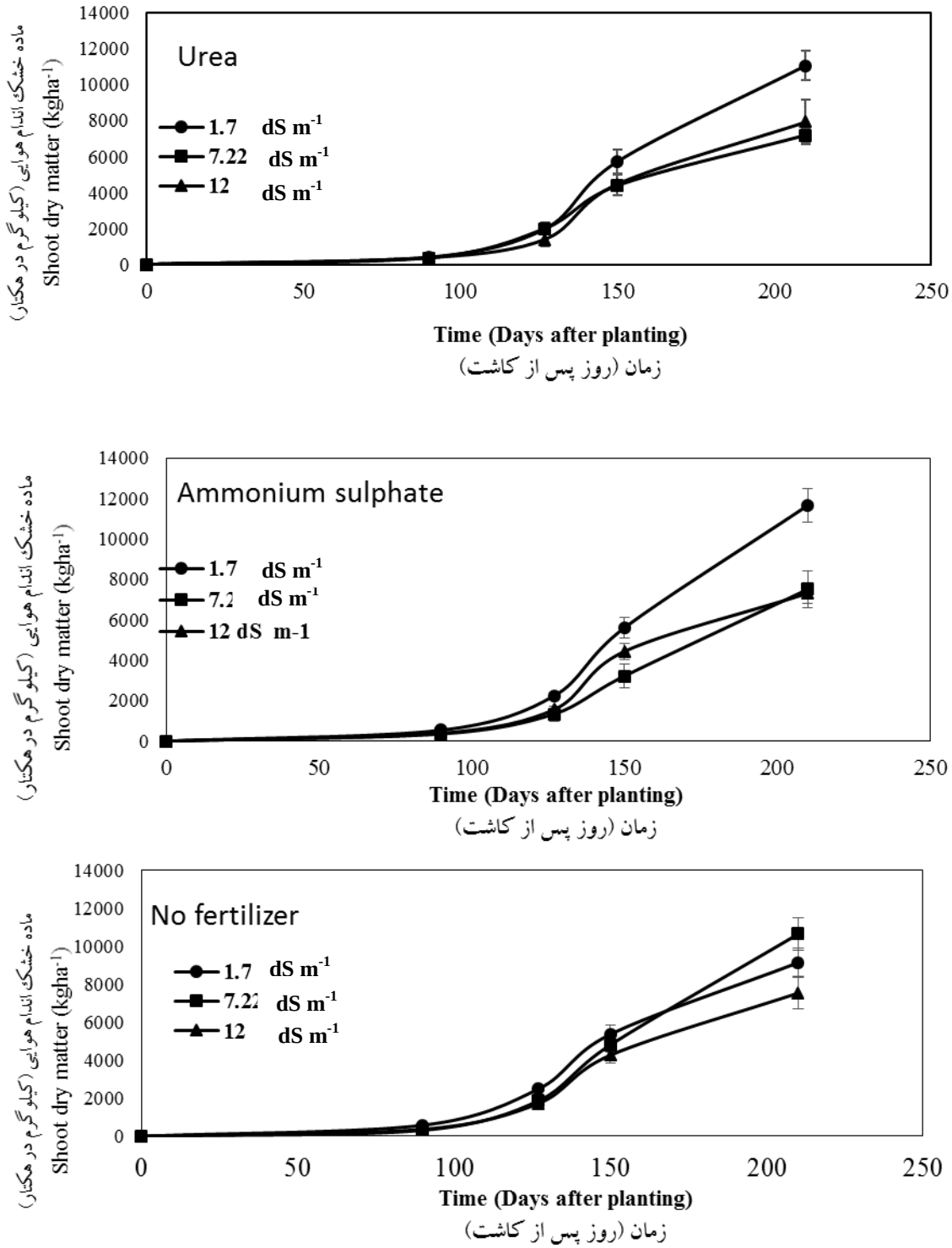
به عبارت دیگر با افزایش شوری، عموما نیاز گیاهان به کودهای شیمیایی افزایش نمی‌یابد. البته این موضوع به معنی عدم مصرف کودهای شیمیایی در شرایط شور نمی‌باشد. بلکه اگر میزان عنصر غذایی در خاک کمتر از حد بهینه باشد مصرف کود ضرورت دارد. لذا در شرایط شور و برای انتخاب هرگونه عملیات اصلاح خاک (کاهش شوری یا افزایش 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 می دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود میزان نیتروژن گندم به مرحله رشدی آن بستگی داشت. درصد نیتروژن گندم درمراحل 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 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 و۱/۹۳ 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).

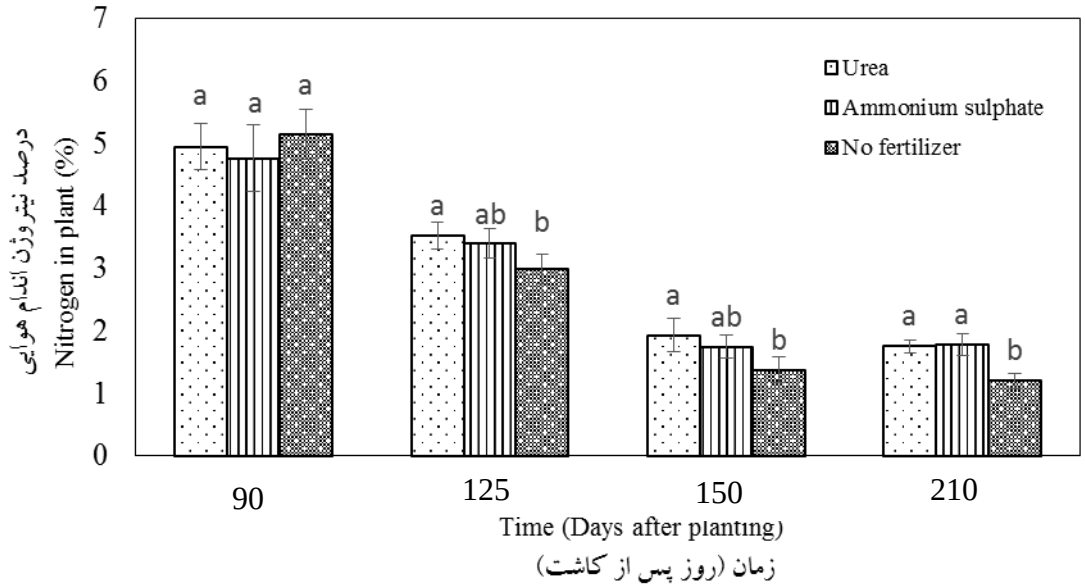
نوع و مقدار کود نیتروژنی مصرفی نیز تاثیر معنی‌داری بر درصد نیتروژن گندم داشتند و این تاثیر به مرحله رشدی گندم نیز بستگی داشت (شکل ۲). به عنوان مثال، نوع کود نیتروژنی تاثیر معنی‌داری بر درصد نیتروژن گندم در مرحله ساقه‌دهی و گلدهی نداشت. اما تاثیر نوع و میزان کود نیتروژنی مصرفی بر درصد نیتروژن گندم در 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 عطاارحمن و همکاران[1] (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).

1- Ataurrahman *et al.*




**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.**




**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≤0.05). Bars show standard error.**

## 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 گلدهی‌دهی 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 عدم مصرف کود نیتروژنی اتفاق افتاد و از نظر عددی معادل ۲۶/۷۵، ۶۳/۴۵، ۷۱/۴۴ و ۸۳/۲۰ کیلوگرم در هکتار درمراحل 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 ابیاری 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)

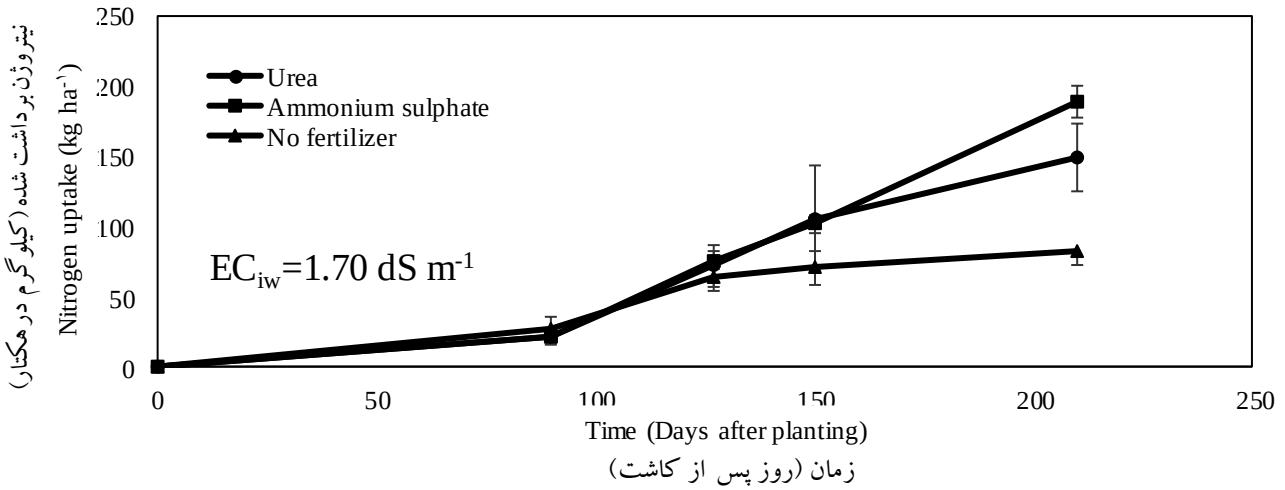
تفاوت معنی‌داری داشت. مقدار نیتروژن برداشت شده گندم از تیمار مصرف کود سولفات آمونیوم در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، خوشه‌دهی و برداشت به ترتیب معادل ۱۷/۱۵، ۴۴/۹۹، ۵۵/۳۰ و ۱۲۳/۶۳ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین نیتروژن برداشت شده از خاک در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، خوشه‌دهی و برداشت از گندم تیمار شده با کود 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).

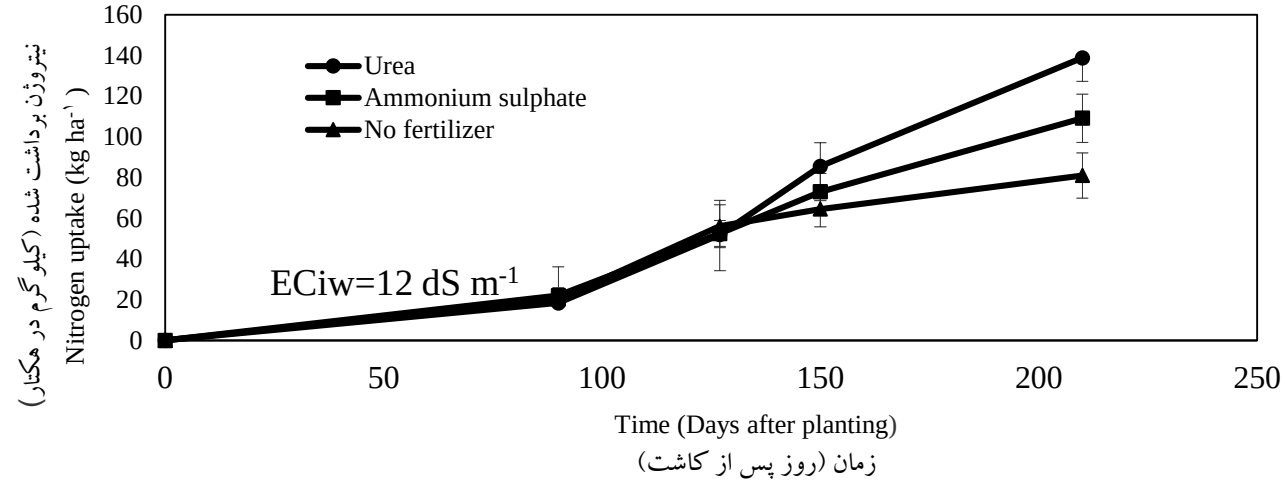
روند افزایشی میزان نیتروژن برداشت شده از خاک در گندم‌های تیمار شده با شوری آب آبیاری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نیز مشاهده شد (شکل ۳). اگرچه کمترین نیتروژن برداشت شده از خاک از تیمار عدم مصرف کود نیتروژنی حاصل گردید، لیکن تفاوت میزان نیتروژن برداشت شده از تیمار عدم مصرف کود نیتروژنی با تیمارهای مصرف کود اوره 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 و همکاران[1] (۳۲) نشان داد که بیشترین سرعت جذب نیتروژن از خاک در فاصله زمانی پنجه‌زنی تا ساقه‌روی اتفاق می‌افتد اما بیشترین میزان جذب نیتروژن عموما در ابتدای گل‌دهی تا شیری شدن رخ می‌دهد. تاثیر مثبت تاخیر دیرهنگام خاکی کود نیتروژنی توسط بلاندینو و همکاران[2] (۲۰۱۵) نیز گزارش گردید (۱۰).

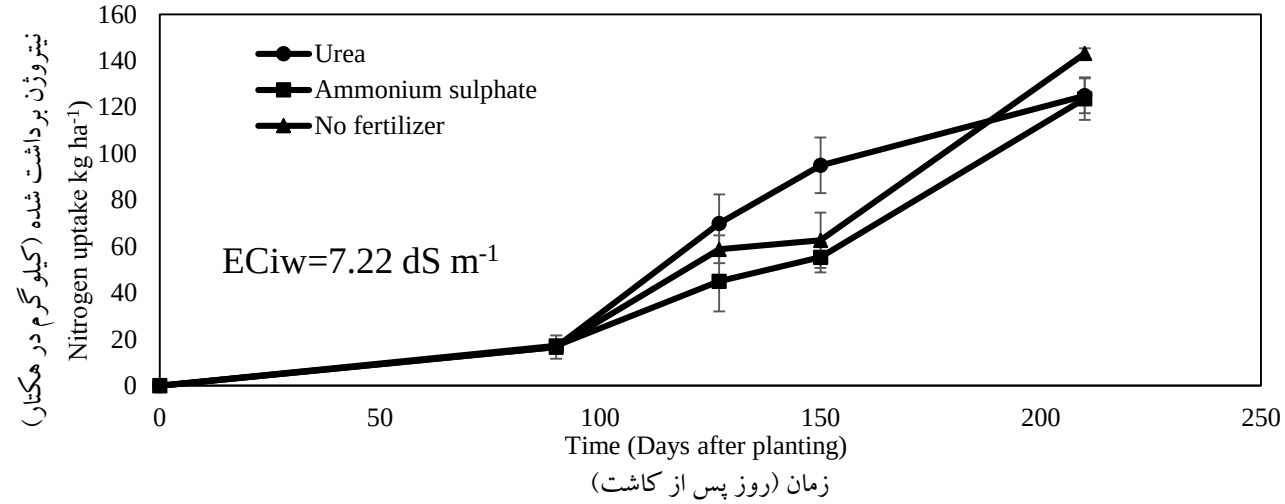
## اثر شوری و نوع کود نیتروژنی بر الگوی جذب نیتروژن

جدول ۵ اثر شوری، نوع و میزان کود نیتروژنی بر الگوی جذب نیتروژن در گندم را نشان می دهد. همان‌طور که ملاحظه می شود میزان نیتروژن برداشت شده از خاک از مرحله کاشت تا اواسط پنجه زنی در کلیه تیمارها کمتراز ۱۵ درصد می باشد. به عبارت دیگر بخش اندکی از نیتروژن جذب شده از خاک در فاصله کاشت تا پنجه زنی 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 پنجه زنی را نشان می‌دهد (۲۵، ۳۱). لازم به ذکراست که این دوره رشد گندم فاصله زمانی حدود ۹۰ روز را در استان یزد شامل می شود. همچنین با توجه به اینکه میزان برداشت نیتروژن در تیمارهای مصرف و عدم مصرف کود نیتروژنی در مرحله پنجه زنی مشابه می باشد، می‌توان چنین نتیجه گیری کرد که مصرف کود نیتروژنی باید عمدتا از مرحله پنجه زنی 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.

1- Malhi *et al.*
2- Blandino *et al.*




**شکل (۳) اثر مدیریت مصرف کود نیتروژنی بر میزان برداشت نیتروژن اندام هوایی گندم تیمار شده با آبهای آبیاری با هدایت ۱/۷۰، ۷/۲۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر 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 (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.**

## 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 می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود شوری تاثیر معنی‌داری 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 آماری معنی داری بود. تاثیر معنی‌دار 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.

**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**

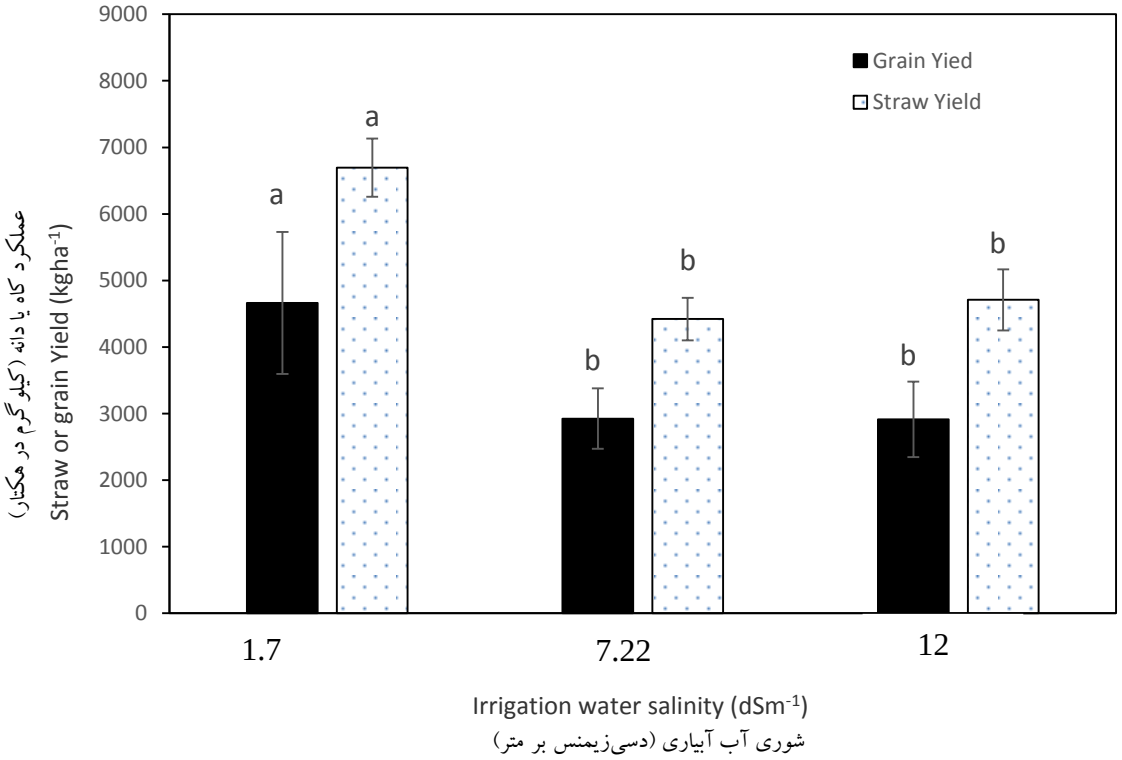
| شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر) Irrigation water salinity levels (dS $m^{-1}$) | منبع کود نیتروژنی Nitrogen sources | نیتروژن جذب شده در مراحل مختلف رشد (درصد) Nitrogen uptake at growth stages (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | کاشت تا اواسط پنجه‌زنی Sowing to Midtillering | اواسط پنجه‌زنی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

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری 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).

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). نکته‌ای که باید به آن اشاره نمود اینکه نوع کود نیتروژنی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه 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 معنی‌داری بر عملکرد گندم نداشت. تاثیر نوع و زمان مصرف کود نیتروژنی بر عملکرد گندم توسط سایر

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 افزایش شوری آب ابیاری 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.




**شکل (٤) 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≤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 این‌که 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.

## سپاس گزاری

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 ۹۰۰۰۳-۲۳-۲۳-۲ 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., Homaee, 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 Improvment 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 comperehensive computer model for fertilizer recommendation towards sustainable agriculture. Ammozeshe 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 Ehyaee, 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. Efretuei, 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., Salatie´ 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 acquistion and response by plants grown in saline environments. In: Pessarakli, 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 Nitogen 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. (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 saxual's (*Haloxylon aphyllum*) morphological characteristics. Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 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 Agricuture, 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 departiment 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.