Archive of SID
DOI:10.22059/ijswr.2020.294911.668451 تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۱، شماره ۶، شهریور ماه ۱۳۹۹ (ص ۱۴۲۶-۱۴۱۷)

Effect of Deficit Irrigation and Different Nitrogen Levels on Wheat Yield and Water Productivity (Case Study: Khorramabad)

FATEMEH ALIZADEH[1], ALI HEIDAR NASROLLAHI[1*], MEHRI SAEEDINIA[1], MAJID SHARIFIPOUR[1]
1. Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
(Received: Jan. 3, 2020- Revised: Feb. 18, 2020- Accepted: Feb. 29, 2020)

ABSTRACT

Due to the importance of irrigation management and optimum use of fertilizer in each region, a factorial experiment based on randomized complete block design was conducted to investigate the effect of different irrigation and fertilizer levels on yield and water productivity of autumn wheat (Chamran-2) in Khorramabad. Totally 27 plots including three irrigation levels (100%, 75% and 50% of water requirement), three fertilizer levels (100, 150 and 200 kg ha^{-1}) and three replications were used in the research farm of the Faculty of Agriculture and Natural Resources of Lorestan University. In this study, grain yield, biological yield, thousand seed weight, pod length, plant height, irrigation water productivity (grain yield and biological yield) and rain water productivity (grain yield and biological yield) were investigated. The results showed that the highest amount of traits were obtained in I100N200 treatment, so that the grain yield and biological yield were measured to be 3407/41 and 11097/51 kg ha^{-1}, respectively. Also, the lowest amounts of grain yield and biological yield were observed in I50N100 treatment with 45.65 and 32.60% reduction in yield, respectively, as compared to full irrigation treatment. Interaction of water stress and nitrogen in all irrigation treatments showed by increasing nitrogen fertilizer up to 200 kg ha^{-1}, the grain yield and biological yield increased. The results also showed that the interaction of irrigation and nitrogen fertilizer treatments on irrigation water productivity (grain yield) and rain water productivity (grain and biological yield) is significant at 1% level. The I50N200 treatment with 3.24 kg m^{-3} (grain yield) and 10.78 kg m^{-3} (biological yield) had the highest irrigation water productivity.

Keywords: Biological Yield, Chamran 2, Grain Yield, Water Productivity.

* Corresponding Author's Email: nasrolahi.a@lu.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

تاثیر کم‌آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و بهره‌وری آب گندم (مطالعه موردی: خرم آباد)

فاطمه علیزاده[۱]، علی حیدر نصرالهی[۱*]، مهری سعیدی‌نیا[۱]، مجید شریفی‌پور[۱]

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۴- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۱۱/۲۹- تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۱۲/۱۰)

چکیده

با توجه به اهمیت مدیریت آبیاری و استفاده بهینه کود در هر منطقه، به‌منظور بررسی تاثیر کم‌آبیاری و سطوح مختلف کود بر عملکرد و بهره‌وری آب گندم پائیزه رقم چمران دو در خرم‌آباد، یک طرح فاکتوریل با پایه بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۲۷ پلات: سه سطح آبیاری (۱۰۰ درصد نیاز آبی (I_{100})، ۷۵ درصد نیاز آبی (I_{75}) و۵۰ درصد نیاز آبی (I_{50}))، سه سطح کودی (۱۰۰ (N_{100})، ۱۵۰ (N_{150}) و ۲۰۰ (N_{200}) کیلوگرم در هکتار) و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان انجام شد. در این پژوهش میزان عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، طول سنبله، ارتفاع بوته، بهره‌وری آب آبیاری (عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک)، بهره‌وری آب باران (عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک) بررسی شد. نتایج نشان داد، بیشترین مقدار صفات مختلف در تیمار $I_{100}N_{200}$ حاصل شد به‌طوری که میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب ۳۴۰۷/۴۱ و ۱۱۰۹۷/۵۱ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. همچنین کمترین مقادیر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در تیمار $I_{50}N_{100}$ با ۴۵/۶۵ و ۳۲/۶ درصد کاهش عملکرد نسبت به شرایط آبیاری کامل مشاهده شد. اثر متقابل تنش آبی و نیتروژن نشان داد که در همه‌ی تیمارهای آبیاری با افزایش میزان کود نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد، اثر متقابل تیمارهای آبیاری و کود نیتروژن بر بهره‌وری آب آبیاری بر پایه‌ی عملکرد دانه و بهره‌وری بارش هم بر پایه‌ی عملکرد بیولوژیک و هم بر پایه‌ی عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار است. تیمار $I_{50}N_{200}$ با ۳/۲۴ کیلوگرم بر متر مکعب بر پایه‌ی عملکرد دانه و ۱۰/۷۸ کیلوگرم بر متر مکعب بر پایه‌ی عملکرد بیولوژیک بیشترین بهره‌وری آب آبیاری را داشت.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، چمران دو، بهره‌وری آب، عملکرد بیولوژیک.

مقدمه

غلات نقش به‌سزایی در تأمین امنیت غذایی دنیا دارند. در بین غلات گندم، ذرت و برنج بیش‌ترین سهم را در تأمین غذا به خود اختصاص داده‌اند. گندم به دلیل سازگاری گسترده با شرایط آب و هوایی مختلف، سهولت کاشت، امکان نگهداری طولانی مدت، ارزش غذایی زیاد و قابلیت مصرف در اشکال مختلف از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

تنش آبی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و نمو گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد و امروزه کشاورزی در سراسر جهان به خصوص ایران به دلیل کمبود منابع آب کافی با این تنش روبرو است (Araya *et al*, 2016). تاثیر تنش آب بستگی به زمان اعمال تنش، طول دوره و میزان کمبود آب دارد (Pandey *et al*, 2001). در مورد گیاهان دانه‌ای، محدودیت آب در زمان پرشدن دانه، می‌تواند رشد دانه را متوقف کند و موجب کوچک ماندن دانه شود (Younesi and Moradi, 2009). بنابراین در مناطقی که کمبود آب از دلایل اصلی و محدود کننده‌ی تولیدات کشاورزی است، مدیریت بهینه‌ی آبیاری که براساس نیاز آبی محصولات زراعی تعیین می‌شود، برای بهبود عملکرد محصول و درآمد اقتصادی ضروری است (Koocheki *et al*, 2014). کم-آبیاری به‌عنوان یک راهکار مدیریتی در شرایط کمبود آب روشی مناسب برای تولید بهینه محصولات درمناطق خشک و نیمه-خشک است. هرچند شرایط کم‌آبیاری با کاهش محصول در واحد سطح همراه است ولی در صورت بالا بردن میزان کم‌آبیاری می-توان سطح زیر کشت را گسترش داد (Ansari *et al*, 2006; Sepaskhah *et al*, 2006). در واقع در کم‌آبیاری آگاهانه به گیاه اجازه‌ی کاهش محصول داده می‌شود و از طریق کاهش مقدار آب در هر دور آبیاری یا تعداد کل آبیاری‌ها منجر به افزایش بهره‌وری آب می‌گردد (Ahmadi *et al*, 2018). باید توجه داشت که نکته مهم در شرایط کم‌آبیاری انتخاب میزان کم‌آبیاری و زمان اعمال آن است (Sepaskhah *et al*, 2006). با بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های مختلف گندم، رقم چمران بیش‌ترین عملکرد دانه را نسبت به رقم‌های دیگر

* نویسنده مسئول: nasrolahi.a@lu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

داشت. در بررسی سطوح آبیاری نتایج نشان داده است که تنش رطوبتی خاک، عملکرد دانه گندم را در متر مربع کاهش می‌دهد (Eidizadeh *et al*, 2016). در پژوهشی که با هدف تعیین عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب گندم در هند انجام گرفت، نتایج نشان داد که انجام آبیاری ۴۵ میلی‌متری در کلیه مراحل رشد محصول می‌تواند باعث افزایش کارآیی مصرف آب آبیاری بدون کاهش عملکرد شود (Meena *et al*, 2019). با بررسی تعیین حد بهینهٔ آب مصرفی، زمان بهینهٔ اعمال آن و بهره‌وری اقتصادی مدیریت کم‌آبیاری گندم در شهرکرد گزارش شد که تیمار ۷۰ % تبخیرتعرق و اعمال کم‌آبیاری در دورهٔ رسیدن گیاه، حالت بهینه مصرف آب و کسب درآمد است (Shirshahi *et al*, 2019). با توجه به این که تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مؤثر برافزایش تولید است، لذا عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، نقش بسیار مهمی در ارتقاء بهره‌وری آب در شرایط محدودیت منابع آب دارند (Waraich *et al*, 2011). مطالعات نشان می‌دهد که اثر متقابل بین آب و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، تأثیر عمده‌ای نه‌تنها بر تولید محصول بلکه بر کارایی مصرف آب و کود دارد (Wang *et al*, 2014). نیتروژن یکی ازضروری‌ترین عناصر غذایی پرمصرف گیاهان است که کمبود آن در اغلب خاک‌ها دیده می‌شود (Herandez *et al*, 1997). تنش خشکی و محدودیت آب علاوه برمحدود کردن رشد به واسطه کاهش تعرق، با کاهش جذب، انتقال و توزیع نیتروژن نیز باعث تشدید کاهش عملکرد محصول می‌شود (Rouphael *et al*, 2012). از این رو، بررسی واکنش عملکرد محصول به کم‌آبی در سطوح مختلف کود نیتروژن ضروری می‌باشد. تا به حال در خصوص واکنش گندم به کم‌آبی و کود نیتروژن تحقیقات متعددی صورت گرفته که نشان می‌دهند رشد گندم نسبت به کمبود آب و نیتروژن حساسیت بالایی دارد (Sui *et al*, 2015; Mon *et al*, 2016). در پژوهشی که با هدف بررسی تأثیر هنگام آبیاری تکمیلی و حد بهینهٔ کاربرد نیتروژن روی عملکرد دانهٔ گندم دیم رقم کوه‌دشت اجرا شد، نتایج نشان داد کاربرد میزان ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در شرایط آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی گندم دیم، برای بهبود و افزایش عملکرد دانهٔ آن، ضروری است (Heidarpour and Talaee, 2016). در پژوهشی اثر متقابل تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد و مصرف کودهای نیتروژن و پتاسیم در شرایط شور بر عملکرد محصول و بهره‌وری آب گندم بررسی گردید. اختلاف بین تیمارهای آبیاری و تیمارهای کودی از نظر بهره‌وری آب بر پایه‌ی عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل تیمارهای آبیاری و کودی از نظر بهره‌وری آب معنی‌دار نشد (Anabi Milani, 2019). آزمایشی به‌منظور ارزیابی تاثیر سه سطح آبیاری و چهار سطح کود نیتروژن بر عملکرد گندم، بازدهی کود، کارایی مصرف آب و سود اقتصادی گندم انجام شد. نتایج نشان داد که با اعمال دو آبیاری هرکدام به میزان ۶۰ میلی‌متر و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود عملکرد و بهره‌وری آب گندم افزایش یافت (zhang *et al*, 2018). مطالعات مختلفی جهت بررسی تاثیر میزان آب مصرفی و سطوح مختلف نیتروژن روی عملکرد گندم انجام شده است، که نتایج حاصل، حاکی از واکنش محصول به این عوامل در شرایط مختلف اقلیمی متفاوت است. بنابراین با توجه به سطح زیر کشت گندم در استان لرستان که ۲۵۰۱۵۷ هکتار می‌باشد، بررسی مدیریت صحیح مصرف آب و نیتروژن روی عملکرد گندم در منطقه به منظور افزایش عملکرد و نیز بهبود بهره‌وری آب ضروری است. لذا تحقیق حاضر به بررسی تاثیر کم‌آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و بهره‌وری آب گندم رقم چمران دو در شرایط خرم‌آباد با هدف تعیین سطح بهینه‌ی کود و افزایش بهره‌وری آب آبیاری در کشت گندم می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و ۳۳ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۴۷ متری از سطح دریا انجام گرفت. اطلاعات اقلیمی منطقه در طول دوره‌ی آزمایش از ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد که در مجاورت دانشکده واقع است ، استخراج گردید (جدول ۱).

جدول ۱- پارامترهای هواشناسی منطقه در طول دوره رشد

پارامتر هواشناسی	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
میانگین درجه حرارت	۱۳/۷	۸/۵۹	۶/۰۹	۶/۴۹	۷/۲۶	۱۲/۲۷	۱۷/۷۸	۲۶/۴۲
میانگین رطوبت نسبی	۶۵	۷۴/۲۲	۶۹/۵۵	۶۷/۳۴	۶۶/۰۲	۶۹/۴۵	۵۵/۷۳	۳۳/۳۲
میانگین سرعت باد	۵/۶۶	۴/۴۷	۵/۲۳	۵/۴۹	۷	۷/۱۹	۶/۹۴	۲/۴۸
مجموع بارندگی	۱۳۹/۱۱	۱۵۰/۸	۱۲۷/۰۳	۱۱۵/۲	۹۶/۹	۳۰۹/۱	۶/۱	۰

www.SID.ir

Archive of SID

جهت تعیین خصوصیات خاک مزرعه تحقیقاتی در ابتدای کار و قبل از کشت گندم از نقاط مختلف مزرعه نمونه‌برداری صورت گرفت که نتایج آنالیز آن در جدول (۲) ارائه شده است.

بر اساس نتایج آزمایش خاک مقادیر لازم کود فسفات و پتاسیم جهت برطرف کردن نیاز تغذیه‌ای گندم، قبل از کشت به خاک مزرعه اضافه گردید. همچنین بر این اساس میزان کود نیترات نیز تعیین شد و طبق جدول (۳) در دو مرحله به مزرعه داده شد.

در این پژوهش گندم رقم چمران ۲ در تاریخ ۲۲ آبان ۱۳۹۷ کشت شد. برای این منظور ابتدا زمین شخم، دیسک و ماله کشی به منظور تسطیح و ایجاد فاروها و سپس کرت‌های آزمایشی به مساحت ۲×۴ متر ایجاد گردید. به‌منظور کنترل اثرات تیمار-های آزمایش روی یکدیگر فاصله‌ی کرت‌های آزمایشی از هم ۲ متر در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایش به‌صورت دستی به ده فارو به فواصل ۲۵ سانتی‌متری و عمق ۱۰ سانتی‌متری انتهابسته تقسیم و بذر گندم در عمق ۵ سانتی‌متر در حدود ۳ سانتی‌متر پایین پشته کشت شد. در این پژوهش آبیاری به روش غرقابی انجام شد و برخی خصوصیات کیفی آب مورد استفاده برای آبیاری نیز سنجیده شد (جدول ۴).

این تحقیق در سه سطح مدیریت آبیاری شامل تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (I_{100})، تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی (I_{75}) و تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی (I_{50}) و سه سطح کودی شامل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیترات (N_{100})، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیترات (N_{150}) و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیترات (N_{200}) در قالب طرح فاکتوریل با پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد (شکل ۱).

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

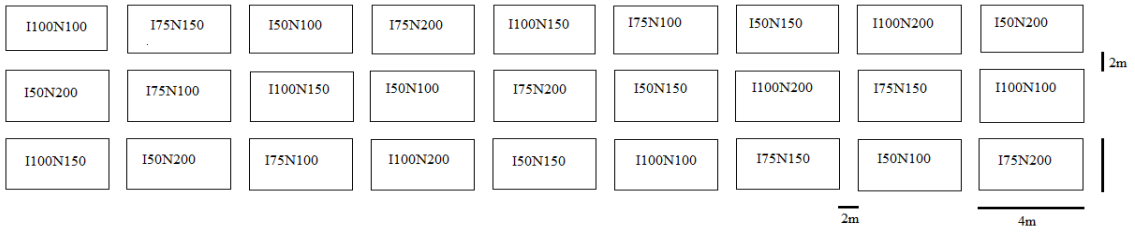
عمق خاک	بافت خاک	PH	EC (ds/m)	OC %	N% (ppm)	P% (ppm)	K% (ppm)	ρ_b (gr/cm^3)	FC (٪حجمی)	PWP (٪حجمی)
۰-۳۰	لوم- رسی	۷/۵۲	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۰۹	۲۴	۵۴۵	۱/۱۲	۲۵/۶	۱۴/۵
۳۰-۶۰	لوم- رسی	۷/۷۱	۰/۶۴	۰/۷۸	۰/۰۸	۱۳	۲۹۵	۱/۱۳	۲۶/۰	۱۴/۴

جدول ۳- زمان و مقدار کود

تیمارکود	مرحله کود دهی	مقدار کود در هر مرحله (kg/hec)	مقدار کود در هر مرحله ($gr/8m^2$)	تاریخ کود دهی
N_{100}	قبل از کشت	۵۰	۵	۹۷/۸/۲۰
	قبل ساقه رفتن	۵۰	۵	۹۸/۱۲/۲۸
N_{150}	قبل از کشت	۷۵	۷,۵	۹۷/۸/۲۰
	قبل ازساقه رفتن	۷۵	۷,۵	۹۸/۱۲/۲۸
N_{200}	قبل از کشت	۱۰۰	۱۰	۹۷/۸/۲۰
	قبل از ساقه رفتن	۱۰۰	۱۰	۹۸/۱۲/۲۸

جدول ۴- خصوصیات کیفی آب آبیاری در طول فصل

PH	EC (ds/m)	TDS (meq/l)	Ca^{2+} (meq/l)	Mg^{2+} (meq/l)	Na^{+} (meq/l)	SAR
۷	۰/۶	۳۹۷	۴/۶	۱/۶	۱/۲۸	۰/۷۳



شکل ۱- شماتیک کلی طرح

www.SID.ir

Archive of SID

برای تعیین تیمارهای آبیاری، کمبود رطوبت خاک به‌عنوان عمق خالص و معادل ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه در نظر گرفته شد. سایر تیمارهای آبیاری به میزان درصدی از این مقدار منظور گردید. برای دستیابی به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، کمبود رطوبت خاک در عمق ریشه گیاه، با استفاده از معادله (۱) محاسبه گردید:

$$d_n=(\theta_{fc}-\theta_i)\,\rho b.Dr \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در رابطه بالا: θ_{fc}: درصد وزنی رطوبت در حد ظرفیت زراعی، θ_i: رطوبت موجود در خاک یک روز قبل از آبیاری، ρb: جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌مت رمکعب)، Dr: ارتفاع مؤثر ریشه (سانتی‌متر). مقدار آب آبیاری در تیمارهای مختلف در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول ۵- مقدار آب آبیاری در تیمارهای مختلف

تیمار آبیاری	مقدار آب آبیاری (میلی‌متر)	تاریخ آبیاری	مجموع آب آبیاری (میلی‌متر)
I100	۳۸	۹۸/۲/۴	۱۵۸
	۳۶	۹۸/۲/۱۴	
	۴۴	۹۸/۲/۲۴	
	۴۰	۹۸/۳/۳	
I75	۲۸/۵	۹۸/۲/۴	۱۱۸/۵
	۲۷	۹۸/۲/۱۴	
	۳۳	۹۸/۲/۲۴	
	۳۰	۹۸/۳/۳	
I50	۱۹	۹۸/۲/۴	۶۴
	۱۳/۵	۹۸/۲/۱۴	
	۱۶/۵	۹۸/۲/۲۴	
	۱۵	۹۸/۳/۳	

در پایان فصل، برداشت محصول با حذف دو خط کاشت از اطراف هر کرت از سطحی معادل یک متر مربع از ۸ خط کاشت داخلی صورت گرفت. ارتفاع بوته در زمان برداشت در مزرعه و قبل از کف بر کردن بوته اندازه‌گیری شد. سپس با انتقال بوته‌ها به آزمایشگاه عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، طول سنبله و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. در نهایت برای بررسی اثر تیمارهای مختلف روی بهره‌وری آب شاخص‌های بهره‌وری آب با استفاده از معادلات (۲ الی ۴) محاسبه گردید:

$$WP_I = Y/I \quad \text{(رابطه ۲)}$$

$$WP_p = Y/P \quad \text{(رابطه ۳)}$$

$$WP_{(P+I)} = Y/(P+I) \quad \text{(رابطه ۴)}$$

در روابط بالا: Y: عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) یا عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، I: میزان آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)، P: میزان آب باران (متر مکعب در هکتار)، P+I: میزان آب آبیاری+باران (متر مکعب در هکتار)، WPI: بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم در متر مکعب)، WP_p: بهره‌وری آب باران (کیلوگرم در متر مکعب) و $WP_{(P+I)}$: بهره‌وری آب کل (کیلوگرم در متر مکعب) می‌باشد.

در پایان داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. رسم نمودارها به کمک EXCEL صورت گرفت.

نتایج و بحث

بررسی عملکرد گندم در سطوح مختلف آب و نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف آبیاری و کود نشان داد تاثیر تیمارهای آبیاری و نیتروژن هر کدام جداگانه بر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل تیمارهای آبیاری و کود نیتروژن بر فاکتورهای فوق در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۶).

جدول ۶- تجزیه واریانس و تاثیر تیمارهای کم‌آبیاری و نیتروژن بر عملکرد گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۳۹۵۶۱/۵۲۵^{ns}	۳۳۷۳۳۹/۳۷۰^{ns}
آبیاری	۲	۹۳۵۰۳۶/۰۲۷**	۵۲۴۳۶۵۹/۱۷۷**
نیتروژن	۲	۱۶۵۴۸۱۲**	۶۳۷۹۵۹۸/۳۲۱**
آبیاری * نیتروژن	۴	۳۴۳۷۶/۳۷۷**	۱۰۴۶۸۰۹/۴۱۲**
اشتباه آزمایشی	۱۶	۶۸۲۴/۴۰۱	۱۳۳۷۸۱/۳۹۵

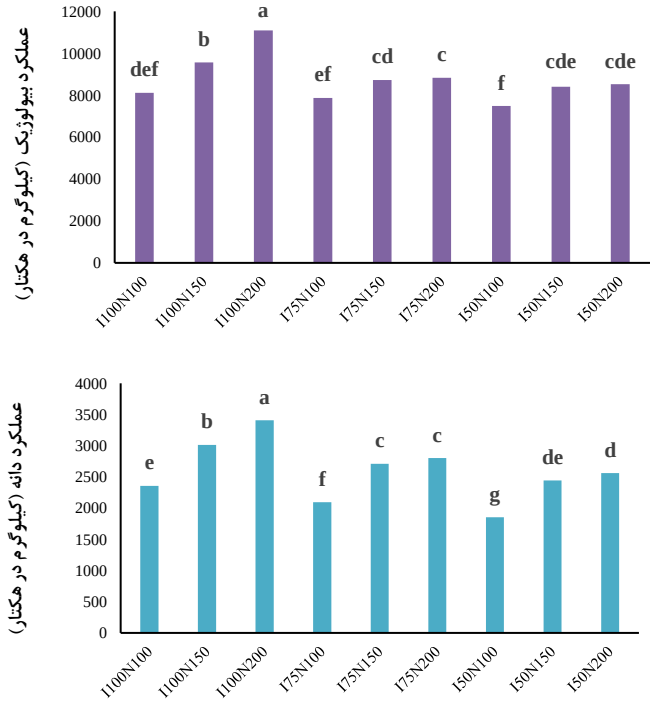
از این رو مقایسه میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن انجام شد و نتایج آن در شکل (۲) ارائه گردید. بر پایه‌ی نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها، بیش‌ترین مقدار صفات مختلف در تیمار $I_{100}N_{200}$ حاصل شد به‌طوری که میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در این شرایط به‌ترتیب ۳۴۰۷/۴۱ و ۱۱۰۹۷/۵۱ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و با سایر تیمارها در

www.SID.ir

Archive of SID

سطح آماری یک درصد تفاوت معنی‌داری نشان داد. همچنین کم‌ترین مقادیر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در تیمار $I_{50}N_{100}$ به‌دست آمد، که به‌ترتیب ۱۸۵۱/۸۵ و۷۴۸۳/۲۷ کیلوگرم در هکتار بودند که نسبت به شرایط آبیاری کامل به میزان ۴۵/۶۵ و ۳۲/۶ درصد کاهش عملکرد مشاهده شد.

نتایج نشان داد که در همه‌ی تیمارهای آبیاری، با افزایش مقدار نیتروژن میزان صفات مورد بررسی نیز افزایش یافته است. در شرایط آبیاری کامل با افزایش میزان کود نیتروژن از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۱۵/۲۰ و ۲۶/۸۷ درصد افزایش یافت. این در حالی است که با افزایش میزان کود نیتروژن از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۱۰/۹۷ و ۲۱/۱۹ درصد افزایش عملکرد بیولوژیک داشت. بطور کلی با افزایش مصرف نیتروژن در شرایط تنش خشکی و عدم تنش، عملکرد دانه و بیولوژیک افزایش یافت، ولی این افزایش در شرایط عدم تنش خشکی بیشتر بود. عنایت قلی زاده و همکاران (Enayatgholizadeh *et al.*, 2011) نیز گزارش دادند که اثر متقابل نیتروژن و تنش خشکی بر عملکرد گندم معنی‌دار بود. با افزایش مصرف نیتروژن در شرایط عدم تنش خشکی، افزایش عملکرد بیشتر بود. این محققین بیان کردند که نیتروژن از طریق بهبود رشد گره‌های انشعاب باعث افزایش تعداد سنبله بیشتری می‌شود. همچنین در تحقیقی نشان داده شده است که کمبود آب می‌تواند اثر کود نیتروژن را محدود کند (Gu *et al.*,2015). نتایج این پژوهش نشان داد که در همه‌ی تیمارهای آبیاری با افزایش میزان کود نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. در تحقیقی نشان داده شد که کاربرد ۱۲۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، همراه با روش های آبیاری سنتی، برای حفظ بازده بالای گندم زمستانه کافی است (Sui *et al.*, 2015). امام و همکاران[1] (2009) نیز گزارش دادند که افزایش میزان مصرف نیتروژن در هر دو شرایط تنش آبی و آبیاری مطلوب موجب افزایش عملکرد بیولوژیک و دانه می‌شود (Emam *et al.*, 2009). همچنین بررسی نتایج نشان داد که، در سطوح ثابت کودی با کاهش میزان آبیاری عملکرد بیولوژیک کاهش یافت. بهترین تیمار از نظر عملکرد بیولوژیک تیمار $I_{100}N_{200}$ بود ولی تیمار $I_{100}N_{150}$ با کاهش ۱۳/۷۶ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار $I_{100}N_{200}$ ، در میان تیمارهای دیگر عملکرد بهتری داشت. در شرایط کمبود آب تیمار $I_{75}N_{200}$ با کاهش ۲۰/۴۹ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار $I_{100}N_{200}$، نسبت به بقیه‌ی تیمارها برتری دارد.



شکل ۲- تاثیر تیمارهای مختلف آزمایش بر عملکرد گندم

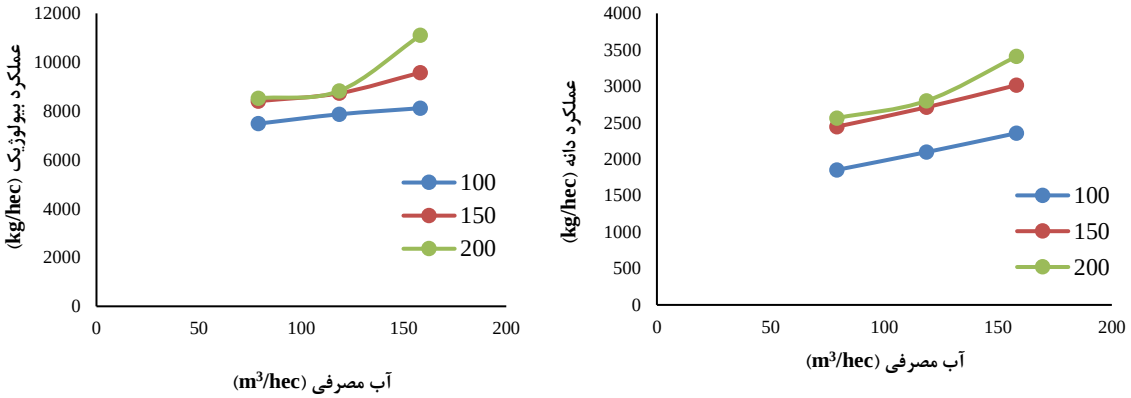
نرخ تغییرات عملکرد نسبت به آب مصرفی تحت سطوح مختلف کود نیتروژن در شکل ۳ ارائه شده است. با توجه به روابط

۱. Emam *et al*

www.SID.ir

Archive of SID

ارائه شده در جدول ۷، با افزایش آب مصرفی شیب افزایشی است. در تیمارهای آبیاری کامل نسبت به سایرتیمارهای آبیاری، افزایش عملکرد مشاهده شده است، به طوری که با تامین نیاز آبی گیاه می‌توان از محدود شدن جذب نیتروژن توسط گیاه جلوگیری کرد و در نتیجه‌ی آن عملکرد بیشتری داشت. با افزایش کود مصرفی در تمام تیمارها عملکرد بیولوژیک و دانه افزایش داشت. در شرایط آبیاری مطلوب، بیشترین عملکرد دانه در سطح بالاتر کود نیتروژن حاصل شد، درحالیکه در شرایط تنش آبی، واکنش گیاهی به افزایش نیتروژن کمتر بود.



شکل ۳- میزان آب مصرفی و عملکرد (دانه و بیولوژیک) گندم در سطوح مختلف کود نیتروژن

جدول ۷- روابط بین میزان آب مصرفی و عملکرد (دانه و بیولوژیک) گندم درسطوح مختلف کود نیتروژن

سطح کودی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه به آب مصرفی	عملکرد بیولوژیک به آب مصرفی
100	y = 6.376x + 1345.7 R^2 = 0.999	y = 8.0085x + 6873 R^2 = 0.99
150	y = 7.2199x + 1867.9 R^2 = 0.998	y = 14.749x + 7153.6 R^2 = 0.94
200	y = 10.689x + 1656.8 R^2 = 0.934	y = 32.596x + 5618.4 R^2 = 0.84

بررسی اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف آب و نیتروژن

نتایج بررسی اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف آب و نیتروژن نشان داد، تاثیر تیمارهای آبیاری و نیتروژن بر صفات وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و طول غلاف در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل تیمارهای آبیاری و کود نیتروژن بر فاکتورهای وزن هزار دانه و ارتفاع بوته در سطح یک درصد آماری و بر فاکتور طول غلاف در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۸). بیشترین مقدار صفات در تیمار $I_{100}N_{200}$ حاصل شد به طوری که میزان ارتفاع بوته و طول غلاف در این شرایط به ترتیب ۹۴/۳۳ و ۱۲/۳۳ سانتی‌متر به دست آمد (شکل ۴). کمترین میزان ارتفاع بوته، طول غلاف و وزن هزار دانه نیز در تیمار $I_{50}N_{100}$ به دست آمد، که به ترتیب ۱۶/۶، ۴۰/۵ و ۲۴/۲۷ درصد کمتر از تیمار $I_{100}N_{200}$ بود. همانطور که گزارش شده است در شرایط کم‌آبیاری، رطوبت عامل محدود کننده جذب نیتروژن توسط گیاه است (Emam *et al.*, 2009)، صفات مورد بررسی در هر سطح کودی ثابت برای تیمار آبیاری کامل، بیشتر از تیمارهای تنش بودند. ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و طول غلاف در شرایط کاربرد آبیاری کامل با افزایش سطح کودی افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت. این می‌تواند به دلیل رشد مناسب و دسترسی کافی گیاه به عناصر غذایی خاک در شرایط بدون تنش باشد (Thompson and Chase, 1992; Ahmadi *et al.*, 2004).

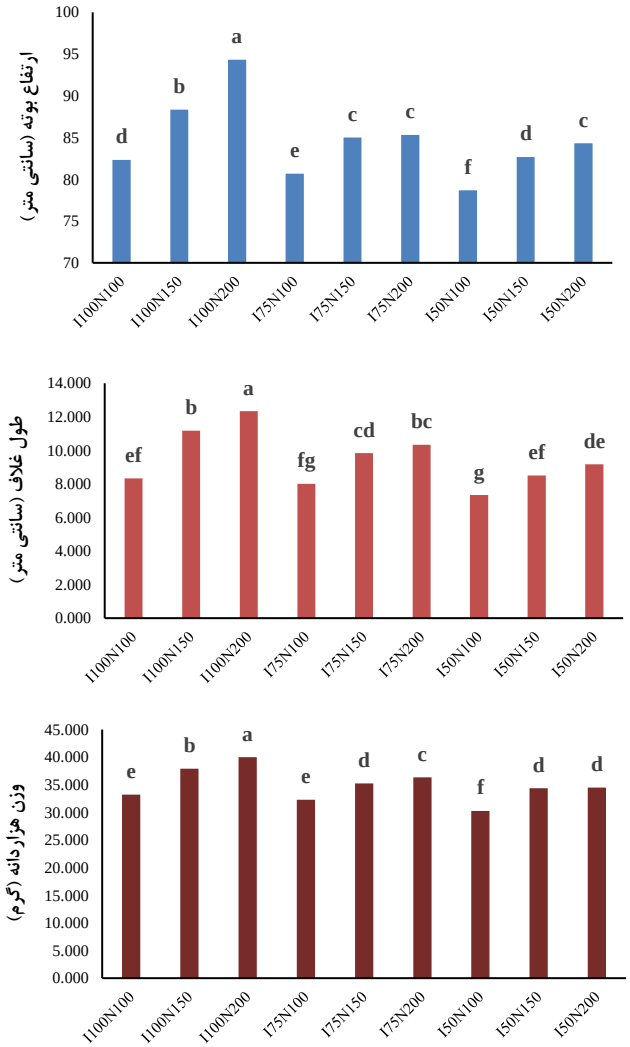
جدول ۸- تجزیه واریانس تیمارهای کم‌آبیاری و نیتروژن بر اجزای عملکرد گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن هزار دانه	ارتفاع بوته	طول غلاف
تکرار	۲	۱/۲۵۸^{ns}	۴/۴۸۱^{ns}	۰/۷۵^{ns}

www.SID.ir

Archive of SID

آبیاری	۲	۳۶/۴۴۸**	۹۹/۷۰۴**	۱۱/۶۹۴**
نیتروژن	۲	۶۲/۴۳۸**	۱۲۸/۰۳۷**	۱۷/۶۹۴**
آبیاری * نیتروژن	۴	۲/۰۵۶**	۱۲/۸۷۰**	۱/۰۵۶*
اشتباه آزمایشی	۱۶	۰/۲۹۶	۰/۵۲۳	۰/۲۹۲



شکل ۴- تاثیر تیمارهای مختلف آزمایش بر اجزا عملکرد گندم

بررسی بهره‌وری آب گندم در سطوح مختلف آب

دراین پژوهش بهره‌وری آب براساس مقدار عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تولید شده به ازاء واحد آب مصرف شده در آبیاری و بارش محاسبه گردید. نتایج تجزیه واریانس در جدول ۹ ارائه شده است. نتایج نشان داد، اثر متقابل تیمارهای آبیاری و کود نیتروژن بر بهره‌وری آب آبیاری بر پایه‌ی عملکرد دانه و بهره‌وری بارش هم بر پایه‌ی عملکرد بیولوژیک و هم بر پایه‌ی عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. در این میان اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر بهره‌وری آب آبیاری بر پایه‌ی عملکرد بیولوژیک در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. در بین تیمارها، تیمار $I_{100}N_{200}$ با ۰/۳۶ کیلوگرم بر متر مکعب بر پایه‌ی عملکرد دانه و ۱/۱۶ کیلوگرم بر متر مکعب بر پایه‌ی عملکرد بیولوژیک بیشترین بهره‌وری بارش را به همراه داشت. از طرفی تیمار $I_{50}N_{200}$ با ۳/۲۴ کیلوگرم بر متر مکعب بر پایه‌ی عملکرد دانه و ۱۰/۷۸ کیلوگرم بر متر مکعب بر پایه‌ی عملکرد بیولوژیک بیشترین بهره‌وری آب آبیاری را داشت (شکل ۵). بنابراین نتایج نشان داد که در شرایط تنش آبی با افزایش میزان کود مصرفی و مدیریت تغذیه‌ی گیاه می‌توان بهره‌وری آب را افزایش داد. Araya *et al* (2010) نیز نشان دادند که کمبود آب را از طریق بهبود مدیریت مواد مغذی می‌توان جبران کرد و در نتیجه‌ی آن بهره‌وری محصول و بهره‌وری

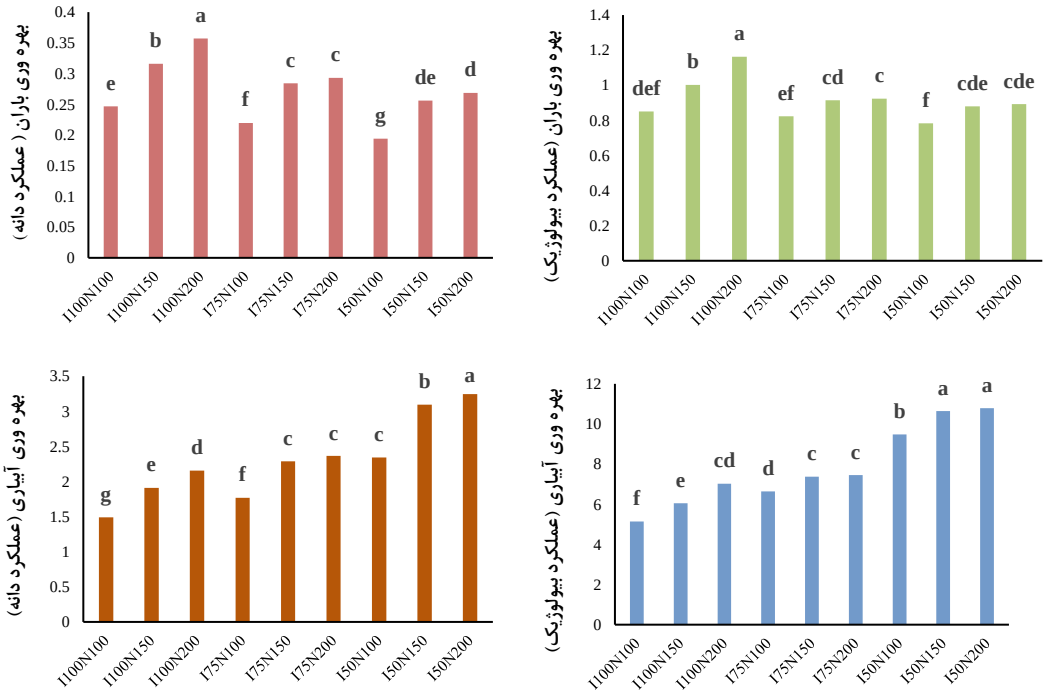
www.SID.ir

Archive of SID

آب را افزایش داد (Araya *et al.*, 2010). با توجه به نتایج به دست آمده به ازای افزایش میزان آب آبیاری در سطوح کودی ثابت، بهره‌وری آبیاری کاهش یافته است. در حالی که در سطوح آبیاری ثابت به ازای افزایش میزان کود مصرفی، بهره‌وری آبیاری افزایش یافت.

جدول ۹- تجزیه واریانس تیمارهای کم‌آبیاری و نیتروژن بر بهره‌وری آب گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		بهره‌وری آبیاری (عملکرد دانه)	بهره‌وری آبیاری (عملکرد بیولوژیک)	بهره‌وری باران (عملکرد دانه)	بهره‌وری باران (عملکرد بیولوژیک)
تکرار	۲	۰/۰۲۴^{ns}	۰/۲۰۳^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۰۵۸^{ns}
آبیاری	۲	۲/۶۰۸**	۴۳/۴۳۱**	۰/۰۰*	۰/۰۰۴^{ns}
نیتروژن	۲	۱/۲۸۹**	۴/۲۳۷**	۰/۱۸**	۰/۰۷۰**
آبیاری * نیتروژن	۴	۰/۰۳۱**	۰/۲۹۲*	۰/۰۰**	۰/۰۱۱**
اشتباه آزمایشی	۱۶	۰/۰۰۵	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰۱



شکل ۵- تاثیر تیمارهای مختلف آزمایش بر بهره‌وری آب گندم

نتیجه‌گیری

با بررسی تاثیر کم‌آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و بهره‌وری آب گندم پائیزه رقم چمران دو در خرم‌آباد، نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری و کوددهی، میزان عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب گندم را تحت تأثیر قرار داد. در این بررسی‌ها نتایج نشان داد، در شرایط کم‌آبیاری تیمار $I_{75}N_{200}$ با کاهش ۲۰/۴۹ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار $I_{100}N_{200}$، نسبت به بقیه‌ی تیمارها برتری دارد. از سوی دیگر نتایج نشان داد که در شرایط کم‌آبیاری با افزایش میزان کود مصرفی و مدیریت تغذیه‌ی گیاه می‌توان بهره‌وری آب را افزایش داد. بطور کلی با افزایش مصرف نیتروژن در شرایط تنش خشکی و عدم تنش، عملکرد دانه و بیولوژیک افزایش یافت، ولی این افزایش در شرایط عدم تنش خشکی قابل ملاحظه بود. قابل ذکر است که مطالعه حاضر پیامدهای مهمی برای توسعه پایدار کشاورزی دارد.

REFERENCES

Ahmadi, A., Semardeh, A., Zali, A.A. (2004). A comparison between the capacities of photo assimilate storage and remobilization and their contribution on yield in four wheat cultivars under different moisture regimes. Iranian. *Journal Agriculture Science*. 35, 921-931. [In Persian with

www.SID.ir

Archive of SID

English Summary].

Ahmadi, H., Nasrollahi, A. H., Sharifipour, M. and Isvand, H. R. (2018). Determination of (CWSI) Soybean Water Stress Index for Irrigation Management for Maximum Water Yield and Productivity. *Journal of Irrigation and Water Engineering*. 8 (32).

Anabi Milani, A. (2019). Interaction of water stress and fertilizer on crop yield and water productivity under saline conditions. *Iranian Soil and Water Research*. 50 (6). (In Persian)

Ansari, H., Mir Latifi, S., and Farshi, A. A. (2006). The Impact of dificit Irrigation on the Performance and Water Use Efficiency of Early Corn. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*.338-348. 2 (20). (In Persian)

Araya, A., Habtu, S., Hadgu, K.M., Kebede, A., Dejene, T. (2010). Test of AquaCrop model in simulating biomass and yield of water deficient and irrigated barley (Hordeum vulgare). *Agric. Water Manage*. 97, 1838–1846.

Araya, A., Kisekka, I. and Holman, J. (2016). Evaluating deficit irrigation management strategies for grain sorghum using AquaCrop. *Irrigation Science*, 346: 465-481.

Eidizadeh, Kh., Ebrahimpour, F. and Ebrahimi, M. A. (2016). Effect of Different Irrigation Regimes on Yield and Yield Components of Wheat Cultivars in Ramin Climatic Conditions. *Journal of Environmental Stress in Agricultural Sciences*. 29-36.

Emam, Y., S. Salimi Koochi and A. Shekoofa. (2009). Effect of nitrogen levels on grain yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*, L.) under irrigation and rainfed conditions. Iran. *J. Field Crops Res*. 7: 321-332. (In Persian with English abstract).

Enayatgholizadeh, M. R., G. Fathi and M. Razaz. (2011). Response of wheat cultivars to drought stress and different levels of nitrogen under Khuzestan climate. *Crop Ecophysi*ol. 17: 1-14. (In Persian with English abstract).

Gu L M, Liu T N, Zhao J, Dong S T, Liu P, Zhang J W, Zhao B. (2015). Nitrate leaching of winter wheat grown in lysimeters as affected by fertilizers and irrigation on the North China Plain. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 374–388.

Heidarpour, N and Talaee, S. (2016). Effect of supplementary irrigation and nitrogen on wheat yield and agronomic traits (Triticum aestivum L.) Dry cultivar of Koohdasht. 541-549. (In Persian)

Herandez, L. E., Garate, A., and Caroeba-Ruiz, R. (1997). Effect of cadmium on the uptake, distribution and assimilation of nitrate in Pisum sativum. *Plant and Soil*. 189. 97–106.

Koocheki, A., Seyyedi, S.M., Jamshid Eyni, M. (2014). Irrigation levels and dense planting affect flower yield and phosphorus concentration of saffron corms under semi-arid region of Mashhad. Northeast. Iran. *Sci. Hortic*. 180, 147–155.

Meena, R. P., Karnam, V., Tripathi, S. C., Jha, A., Sharma, R. K., & Singh, G. P. (2019). Irrigation management strategies in wheat for efficient water use in the regions of depleting water resources. *Agricultural water management*, 214, 38-46

Mon J, Bronson K F, Hunsaker D J, Thorp K R, White J W, French A N. (2016). Interactive effects of nitrogen fertilization and irrigation on grain yield, canopy temperature, and nitrogen use efficiency in overhead sprinkler-irrigated durum wheat. *Field Crops Research*, 191, 54–65.

Pandey, R. K., Maranville, J. W. and Admou, A. (2001).Tropical wheat response to irrigation and nitrogen in a Sahelian environment. I. Grain yield, yield components and water use efficiency. Eur. *J. Agro*. 15(2): 93-105.

Rouphael, Y., Cardarelli, M., Schwarz, D., Franken, P.,and Colla, G. (2012). Effects of drought on nutrient uptake and assimilation in vegetable crops. In R. Aroca, (Ed.), Plant Responses to Drought Stress. (pp. 171–195). Springer, Berlin, Heidelberg, Germany.

Sepaskhah, A. R., Tavakoli, A. R. and Mousavi, S. F. (2006). Principles and Applications of dificit Irrigation. Drainage Working Group, *National Iranian Irrigation and Drainage Committee Publications*. (In Persian)

Shirshahi, F., Babazadeh, H., Ebrahimi pak, N. A., Ebrahimi Rad, H. and Abdoli, H. (2019). The effect of deficit irrigation management at different stages of wheat growth on improving its economic productivity. *Iranian Water Research Journal* 69-77. (In Persian)

Sui J, Wang J D, Gong S H, Xu D, Zhang Y Q. (2015). Effect of nitrogen and irrigation application on water movement and nitrogen transport for a wheat crop under drip irrigation in the North China Plain. *Water*, **7**, 6651–6672.

Thompson, J.A., Chase, D.L. (1992). Effect of limited irrigation on growth and yield of semi dwarf wheat in Southern New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 32, 725-730 (Field Crop Absracts. 4721; 1994).

Wang S J, Tian X H, Liu T, Lu X C, You D H, Li S. (2014). Irrigation, straw, and nitrogen management benefits wheat yield and soil properties in a dryland agro-ecosystem. *Agronomy Journal*, 106, 2193–2201.

Waraich, E. A, Ahmad, R., Ashraf, M. Y., Saifullah, and Ahmad, M. (2011). Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B— Soil & Plant Science* 61. 291–304.

Younesi, O., and Moradi, A. (2009). The effect of water limitation in the field on sorghum seed germination and vigor. Aust. *J. Basic Appl. Sci*. 3(2): 1156-1159.

Zhang, m., dong, b., qiao, y., shi, ch., yang, h., wang, y. and liu, m. (2018). Yield and water use responses of winter wheat to irrigation and nitrogen application in the North China Plain. *Journal of Integrative Agriculture*. 17(5). 1194-1206.

www.SID.ir