

مقاله علمی-پژوهشی

تعیین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب و نیتروژن در تولید کنجد

مجید غلامحسینی<sup>۱\*</sup>، هرمز اسدی<sup>۲</sup>، محمد حسین داوودی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۸

چکیده:

این پژوهش به منظور بررسی عملکرد و درآمد ناخالص محصول، بهره‌وری نهاده آب و کود نیتروژن در ارقام کنجد تحت شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در شهرستان کرج طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ انجام شد. در این پژوهش از روش کرت-های خرد شده- فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای اجرای آزمایش استفاده شد. تیمارهای آبیاری در دو سطح شامل رژیم کم آبیاری و آبیاری کامل در کرت‌های اصلی و فاکتوریل مقادیر مختلف کود نیتروژن (صفر، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و ارقام کنجد در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. جهت سنجش بهره‌وری نهاده‌ها از شاخص‌های درآمد ناخالص محصول، بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی بهره گرفته شد. طبق نتایج، میانگین درآمد ناخالص تولید کنجد در سال‌های آزمایش ۶۳/۳ میلیون ریال در هکتار و تحت رژیم‌های آبیاری کامل و کم آبیاری به ترتیب ۹۴/۱ و ۳۳ میلیون ریال در هکتار محاسبه گردید. میانگین بهره‌وری فیزیکی آب تحت تیمار آبیاری کامل و کم آبیاری به ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۱۸ کیلوگرم محصول به ازای هر مترمکعب آب آبیاری و میانگین بهره‌وری فیزیکی کود نیتروژن تحت تیمار آبیاری کامل و کم آبیاری به ترتیب ۱۸/۸ و ۶/۵۶ کیلوگرم محصول به ازای هر کیلو کود تعیین شد. همچنین میانگین بهره‌وری اقتصادی آب تحت تیمار آبیاری کامل و کم آبیاری به ترتیب ۲۱۳۳۶ و ۱۴۲۲۴ ریال به ازای هر مترمکعب آب آبیاری برآورد شد. نتایج حاکی از آن بود با کاهش تقریبی ۵۰ درصدی مصرف آب، درآمد ناخالص تولید کنجد به یک سوم کاهش یافت. در مقابل انتخاب رقم مناسب با توجه به فراهمی آب به طور متوسط تا ۶۶ درصد درآمد ناخالص تولید کنجد را افزایش داد. با توجه به نتایج پیشنهاد می‌گردد ارقامی برای کشت در منطقه هدف انتخاب شود که دارای عملکرد و بهره‌وری اقتصادی بالایی باشند.

واژه‌های کلیدی: آب، کود، شاخص‌های بهره‌وری، درآمد، کنجد

مقدمه

به‌طور کلی ارقام مختلف گیاهان زراعی با کارایی مصرف آب و نیتروژن پایین، سود اقتصادی حاصل از مصرف نهاده‌ها را کاهش می‌دهند (Saboury et al., 2021). در بین گیاهان زراعی، کنجد (*Sesamum indicum*, L.) یکی از گیاهان بسیار قدیمی و جزء اولین گیاهان زراعی اهلی شده توسط بشر است (Weise, 2000). سطح کشت کنجد در جهان در سال ۲۰۲۰ میلادی بالغ بر ۱۴ میلیون هکتار و میزان تولید نزدیک به هفت میلیون تن گزارش شده است. در سال ۱۴۰۰، سطح کشت کنجد در ایران ۴۹ هزار هکتار با تولیدی معادل ۴۹ هزار تن برآورد شده است (FAO, 2020).

گزارش شده است نیتروژن کافی بنیه رشد گیاهی کنجد را از طریق توسعه سطح برگ و افزایش دوام سطح برگ ارتقا می‌بخشد (Imayavaramban et al., 2004). همچنین عملکرد دانه، درصد پروتئین دانه و کارایی مصرف نیتروژن را افزایش می‌دهد (Couch et al., 2017). در مقابل فقدان نیتروژن می‌تواند اثر نامطلوبی بر کیفیت دانه کنجد و همین‌طور عملکرد آن داشته باشد (Gholamhoseini, 2022) و از طرف دیگر مقادیر بالای نیتروژن مصرفی درصد روغن

امروزه اقتصاددانان برای حل مشکل تولید غذا از منابع آب محدود و جلوگیری از واردات بی‌رویه محصولات کشاورزی، افزایش بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب را توصیه می‌کنند. البته از دیدگاه متخصصان با گرایش‌های متفاوت، بهره‌وری دارای مفاهیم متفاوتی است (حیدری، ۱۳۹۳). کارایی یا بهره‌وری فیزیکی آب و نیتروژن که به صورت مقدار عملکرد حاصله نسبت به مقدار آب و نیتروژن مصرفی تعریف می‌شود، از جمله مهمترین ویژگی‌های گیاهان زراعی می‌باشد.

- ۱- استادیار پژوهش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
- ۲- استادیار پژوهش تحقیقات اقتصاد کشاورزی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
- ۳- دانشیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

\* نویسنده مسئول: (Email: m.gholamhoseini@areeo.ac.ir)  
DOR: 20.1001.1.20087942.1401.16.4.12.5

دانه کنجد را کاهش می‌دهد (Ebrahimian et al., 2019) و موجب افت کارایی مصرف نیتروژن می‌گردد (Mekonnen et al., 2016). در همین زمینه صبوری و همکاران گزارش کردند که عملکرد دانه کنجد با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت خطی افزایش یافت (Saboury et al., 2021). در مقابل کامروایی و شکوه-فر در بررسی خود نتیجه گرفتند که نیاز کنجد به نیتروژن کنجد برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌باشد (Kamravaie and Shokohfar, 2015). در پژوهشی دیگر ساهاریا و بایان نتیجه گرفتند که با مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین تعداد کپسول در گیاه و حداکثر عملکرد دانه بدست می‌آید (Saharia and Bayan, 1996). این نتایج نشان می‌دهد که با توجه به شرایط اقلیمی و ارقام مورد استفاده نیاز نیتروژنی گیاه کنجد متفاوت است.

واضح است که اثرات متقابل آب و نیتروژن به‌ویژه از نظر عملکرد گیاه زراعی و بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی از نهاده‌ها پیچیده است و این فرضیه وجود دارد که کاهش عملکرد کنجد و کارایی مصرف نهاده‌ها (آب و نیتروژن) زمانی حاصل شود که در شرایط محدودیت آب، مقدار زیادی کود نیتروژنی مصرف شود. لگاری و همکاران در مورد بر همکنش نیتروژن و آب به این نتیجه رسیدند که اصلی‌ترین اثر نیتروژن در افزایش عملکرد از طریق افزایش تعداد دانه است حال آنکه اثر کمبود رطوبت بیشتر به مرحله رشدی گیاه و یا سازگاری گیاه در طول دوره رشد خود به کمبود آب وابسته است (Leghari et al., 2021). غلامحسینی و همکاران (۱۴۰۰) در بررسی واکنش عملکرد ارقام کنجد به کود نیتروژن در شرایط آبیاری مختلف در کرج به این نتیجه رسیدند که اثرگذاری کود نیتروژن بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه ارقام کنجد با بروز کم آبی به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. ایشان گزارش کردند در شرایط کم آبی به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن، کاربرد کود اوره بیش از ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار و در صورت وجود آب کافی، بیش از ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار توصیه نمی‌شود.

در کنار مباحث مربوط به عملکرد، اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی در ایران به علت محدودیت کمی و کیفی این ماده حیاتی از جایگاه خاصی برخوردار است. زمانی و همکاران (۱۳۹۳) به نقل از گزارش بانک جهانی اظهار داشتند که متوسط بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی ایران ۰/۲ دلار به ازای هر مترمکعب آب است که در مقایسه با متوسط جهانی آن پنج برابر کمتر است. میرزایی و همکاران (۱۳۹۹) در تعیین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب آبیاری در تولید کنجد در شهرستان دهلران با استفاده از تحلیل شاخص‌های بهره‌وری به این نتیجه رسیدند که بهره‌وری فیزیکی تولید دانه کنجد در دشت عباس و موسیان به ترتیب ۰/۲۳۳ و ۰/۲۶۵ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب و بهره‌وری

اقتصادی تولید این محصول در این شهرستان‌ها به ترتیب ۴۰۹۸۳/۶ و ۴۵۷۱۴/۲ ریال بر مترمکعب می‌باشند. اختلاف در بهره‌وری آب محصولات مختلف در سطح کشور و حتی محصول مشترک در مناطق متفاوت، مانند آنچه میرزایی و همکاران (۱۳۹۹) گزارش کردند، نشان‌دهنده وجود پتانسیل برای افزایش بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب کشاورزی است (کریمی و جلیلی، ۱۳۹۶). این مهم حتی بین کشاورزان یک منطقه که مدیریت‌های متفاوتی را اعمال می‌کنند، صادق است. بنابراین، با توجه به نیاز بالای بخش کشاورزی به آب از یک سو و کاهش کمی و کیفی منابع آب از سوی دیگر، لازم است در جهت ارتقاء بهره‌وری آب گام‌های موثری برداشته شود. برای نیل به این هدف می‌بایست از طریق اجرایی نمودن نتایج پژوهش‌ها در زمینه‌های راهکارهای به‌نژادی (ارزیابی ارقام مختلف) و به‌زرایی (تیمارهای مختلف آبیاری و کودی) عمل نمود. بر این اساس و با توجه به کمبود یافته‌های پژوهشی در کشور در ارتباط با نقش متقابل آب و نیتروژن در بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی نهاده‌ها در زراعت کنجد، آزمایش حاضر اجرا گردید. هدف این پژوهش، بررسی عملکرد و درآمد ناخالص محصول، بهره‌وری نهاده آب و نیتروژن در ارقام کنجد در شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری بود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در استان البرز، محمد شهر کرج با مختصات جغرافیائی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۰۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۳۲۳ متر از سطح دریا با میانگین بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۴ درجه سانتی‌گراد، در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ اجرا شد. پژوهش به صورت کرت‌های خرد شده - فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در این پژوهش سه عامل شامل رژیم آبیاری در دو سطح شامل آبیاری کامل (آبیاری پس از مصرف ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده در خاک) و کم آبیاری (آبیاری پس از مصرف ۸۰ درصد رطوبت قابل استفاده در خاک)، کود نیتروژنی از منبع اوره در سه سطح شامل ۰، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ارقام کنجد شامل اولتان، دشتستان ۲ و ناز تک شاخه، مورد بررسی قرار گرفتند. در این آزمایش رژیم آبیاری در کرت‌های اصلی و در هر رژیم آبیاری فاکتوریل مقادیر مختلف نیتروژن و ارقام مد نظر قرار گرفتند. مقادیر نیتروژن بکار برده شده در این آزمایش با توجه به نتایج آزمایش فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش (درصد نیتروژن و ماده آلی خاک به ترتیب برابر ۰/۰۴ و ۰/۵ و عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک) و یافته‌های سایر محققین در آزمایش‌های کودی کنجد در محل آزمایش (خاضع و همکاران، ۱۳۹۷) بکار گرفته شد.

مهم‌تر از شاخص بهره‌وری فیزیکی می‌باشد. ارزش ناخالص تولید محصول حاصل ضرب عملکرد محصول در قیمت فروش و سود ناشی از تولید محصول تفاضل ارزش ناخالص تولید محصول با هزینه‌های جاری تولید می‌باشد (اسدی و همکاران، ۱۴۰۰).

## نتایج و بحث

### عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر تیمارهای آبیاری، رقم و نیتروژن و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد ماده دانه کنجد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد تأثیر مثبت نیتروژن بر عملکرد دانه ارقام کنجد با افزایش فراهمی آب افزایش و در شرایط کمبود آب به شدت کاهش یافت (شکل‌های ۱ و ۲). افزایش نیتروژن مصرفی از ۶۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب باعث افزایش ۱۷، ۲۵ و ۵ درصدی عملکرد دانه کنجد به ترتیب در ارقام اولتان، دشتستان ۲ و ناز تک شاخه در شرایط آبیاری کامل شد. افزایش عملکرد دانه کنجد در پاسخ به افزایش نیتروژن مصرفی و در شرایط عدم تنش خشکی در سایر تحقیقات نیز گزارش شده است (Sharma, 2005). در واقع فراهمی بیشتر نیتروژن در شرایط آبیاری کامل از طریق افزایش سرعت رشد کنجد باعث افزایش شاخص سطح برگ و افزایش پوشش گیاه بر سطح زمین می‌شود (Shehu, 2014) که افزایش دریافت تابش، افزایش تثبیت دی اکسید کربن و در نهایت افزایش عملکرد دانه را به همراه دارد. در مقابل این افزایش مصرف کود، عملکرد دانه کنجد را به مقدار ۲/۵، ۱۵ و ۱ درصد به ترتیب در ارقام اولتان، دشتستان ۲ و ناز تک شاخه در تیمار کم آبیاری افزایش داد. به عبارت دیگر در تمامی ارقام میزان اثرگذاری نیتروژن بر عملکرد دانه با بروز کم آبی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل-های ۱ و ۲). بر طبق نتایج دی پاولو و رینالدی جذب نیتروژن در گیاهان به جریان توده‌ای آب در خاک وابسته می‌باشد و بدین ترتیب بروز کم آبی می‌تواند سبب کاهش رشد از طریق کاهش جذب نیتروژن گردد (Di Paolo and Rinaldi, 2008). همچنین نتایج حاکی از آن است که در شرایط کم آبیاری، صرفاً در رقم دشتستان ۲ کاربرد کود نیتروژن بیش از ۶۰ کیلوگرم در هکتار قابل توصیه است، حال آنکه در صورت فراهمی آب علاوه بر رقم دشتستان ۲، رقم اولتان نیز به کاربرد کود نیتروژن در سطحی بالاتر از ۶۰ کیلوگرم در هکتار پاسخ مثبت می‌دهد. بر عکس این دو رقم، در رقم ناز تک شاخه در هر دو تیمار آبیاری کاربرد کود نیتروژن بیشتر از ۶۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر چندانی بر افزایش عملکرد دانه نداشت و قابل توصیه نمی‌باشد.

در این آزمایش، برای آبیاری مزرعه از روش آبیاری قطره‌ای استفاده گردید. جدول زمان‌بندی آبیاری واحدهای آزمایشی بر اساس روش تغییرات درصد حجمی رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه ( $\Delta SW$ ) انجام شد. به عبارت دیگر، آبیاری مزرعه زمانی صورت گرفت که ۴۰ و ۸۰ درصد رطوبت قابل استفاده در عمق ۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک به ترتیب در رژیم آبیاری کامل و کم آبیاری، بوسیله گیاه و یا تبخیر از سطح خاک تخلیه می‌گردید. تعیین مقدار رطوبت قابل استفاده نیز از تفاوت درصد حجمی رطوبت (در عمق توسعه ریشه) در نقطه ظرفیت زراعی (FC) از درصد حجمی رطوبت در نقطه پژمردگی دائمی (PWP) بدست آمد. برای کنترل رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه از دستگاه T.D.R (Time-Domain Reflectometry, Model 6050 X1, SOILMOISTURE EQUIPMENT CORP) استفاده شد. داده‌های دستگاه T.D.R به‌طور روزانه یا یک روز در میان در طول دوره رشد گیاه ثبت گردید. عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متری به عنوان عمق توسعه ریشه با در نظر داشتن عمق خاک زراعی در محل اجرای آزمایش، انتخاب گردید. در هر مرحله از آبیاری، کرت‌ها به‌طور مساوی (بوسیله قرائت کنتور) به روش قطره‌ای آبیاری گردیدند. کود نیتروژن دار (اوره) به صورت تقسیط شده بر اساس تیمارهای کودی در دو مرحله، یک دوم در مرحله سه تا چهار برگی کنجد و مابقی به صورت جایگذاری کنار ردیف‌های کاشت، در مرحله هفت تا ده برگی کنجد به کار برده شد. با توجه به کافی بودن مقادیر پتاسیم، فسفر و سایر عناصر ریز مغذی قابل دسترس خاک، هیچگونه کود دیگری مصرف نشد.

در این مطالعه، جهت سنجش بهره‌وری مصرف نهاده آب آبیاری و کود نیتروژن در تولید دانه روغنی کنجد از شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی استفاده شد (معادلات ۱ تا ۳).

$$CPD = \frac{Yield}{\frac{Inputs}{TR}} \quad (1)$$

$$BPD = \frac{Yield}{Inputs} \quad (2)$$

$$TR = Yield \times P \quad (3)$$

به طوری که:

Yield: عملکرد دانه در هکتار، Input: میزان نهاده مصرفی در هکتار، TR: ارزش ناخالص تولید محصول در هکتار، CPD: بهره‌وری فیزیکی نهاده، BPD: ارزش ناخالص تولید محصول به ازای هر واحد نهاده مصرفی، P: قیمت فروش محصول.

شاخص بهره‌وری فیزیکی، نسبت مقدار محصول تولید شده به میزان نهاده مصرف شده می‌باشد. هر چه این شاخص بیشتر باشد، نشان دهنده مصرف بهینه از نهاده می‌باشد. شاخص‌های دیگری که جنبه‌های مالی و اقتصادی بهره‌وری را به همراه دارد شامل شاخص ارزش ناخالص تولید محصول به ازای هر واحد نهاده مصرفی است که

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه، بهره‌وری فیزیکی مصرف آب و نیتروژن در گیاه کنجد تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	بهره‌وری فیزیکی مصرف آب	بهره‌وری فیزیکی مصرف نیتروژن
سال	۱	۲۸۸۱۹۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۵۲/۶*
سال × تکرار	۴	۵۲۵۰۵	۰/۰۰۶	۴/۴۱
رژیم آبیاری	۱	۱۶۲۰۶۸۰۱**	۰/۲۱۹**	۲۶۹۹**
سال × رژیم آبیاری	۱	۵۶۰۷۸*	۰/۰۰۴ <sup>ns</sup>	۱۶/۱*
سال × تکرار × رژیم آبیاری	۴	۴۷۰۴۰	۰/۰۰۵	۵/۰۴
رقم	۲	۱۶۶۱۲۸۸**	۰/۱۵۴**	۲۸۱**
سال × رقم	۲	۴۱۵۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۸۰ <sup>ns</sup>
نیتروژن	۲	۶۱۷۱۷۹۶**	۰/۵۰۳**	۸۴۵**
سال × نیتروژن	۲	۲۸۱۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۶ <sup>ns</sup>	۶/۸۰ <sup>ns</sup>
رژیم آبیاری × رقم	۲	۳۹۴۱۴۴**	۰/۰۲۳**	۷۴/۱**
سال × رژیم آبیاری × رقم	۲	۱۶۹۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>	۱/۰۷ <sup>ns</sup>
رژیم آبیاری × نیتروژن	۲	۱۵۷۵۴۹۹**	۰/۰۲۵**	۱۶۸**
سال × رژیم آبیاری × نیتروژن	۲	۱۹۰۴۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۴/۵۹ <sup>ns</sup>
رقم × نیتروژن	۴	۲۱۹۰۱۱**	۰/۰۱۸**	۱۳/۱*
سال × رقم × نیتروژن	۴	۹۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۶ <sup>ns</sup>
رژیم آبیاری × رقم × نیتروژن	۴	۸۹۵۱۷**	۰/۰۰۵**	۴/۳۹ <sup>ns</sup>
سال × رژیم آبیاری × رقم × نیتروژن	۴	۵۱۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۵۵ <sup>ns</sup>
خطای آزمایشی	۶۴	۱۳۴۰۱	۰/۰۰۱	۳/۴۲
ضریب تغییرات (%)		۱۴/۳۹	۱۴/۷۳	۱۴/۵۷

ns، \* و \*\* به ترتیب بدون اثر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.



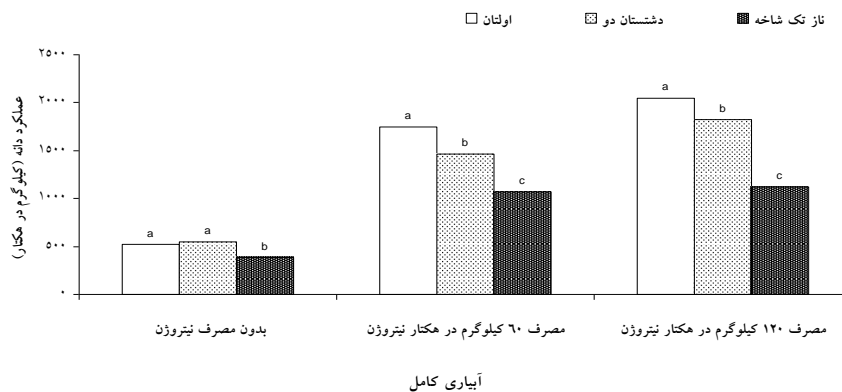
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژن در رقم در تیمار آبیاری کامل بر عملکرد دانه کنجد

توضیحات: در هر تیمار کودی میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد ندارند.

### بهره‌وری فیزیکی مصرف نهاده‌ها

رقم دشتستان ۲ در شرایط کم آبیاری و هر سه سطح کودی از نظر بهره‌وری فیزیکی مصرف آب برتر بودند (شکل ۴). نتایج بیانگر آن است که رژیم کم آبیاری در مقایسه با آبیاری کامل باعث کاهش بهره‌وری فیزیکی مصرف آب گردید (جدول ۳).

جدول ۲ تعداد دفعات آبیاری و مجموع مصرف آب را در هر سال و در هر تیمار آبیاری نشان می‌دهد. به‌طور متوسط در تیمار آبیاری کامل ۴۳۰۵ و در تیمار کم آبیاری ۲۲۴۰ مترمکعب آب در هکتار مصرف شد. نتایج حاکی از آن است که رقم اولتان در تیمار آبیاری کامل و مصرف ۶۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (شکل ۳) و



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژن در رقم در تیمار کم آبیاری بر عملکرد دانه کنگد

توضیحات: در هر تیمار کودی میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد ندارند.

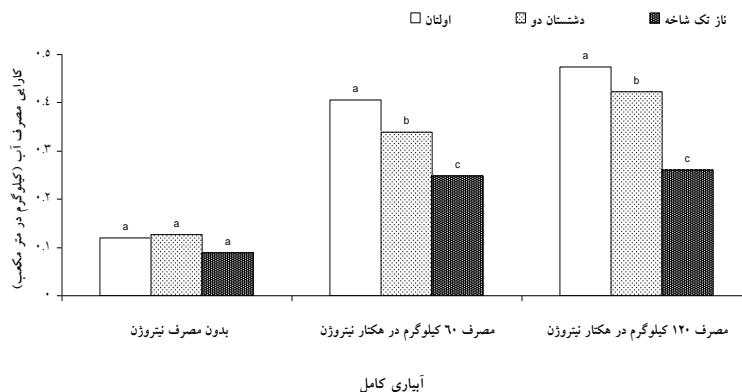
در پی دارد. نتایج حاکی از آن است که در شرایط آبیاری کامل و هنگامی که کود نیتروژنی مصرف نشد، بین ارقام از نظر بهره‌وری فیزیکی مصرف آب تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با افزایش نیتروژن مصرفی به ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار رقم اولتان بیشترین و رقم ناز تک شاخه کمترین بهره‌وری فیزیکی مصرف آب را نشان دادند (شکل ۳). در شرایط کم آبیاری، در تمامی سطوح کودی رقم دشتستان ۲ بیشترین بهره‌وری فیزیکی مصرف آب را دارا بود (شکل ۴). سایر پژوهشگران نیز به تفاوت بهره‌وری فیزیکی مصرف آب ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف کنگد اشاره داشته‌اند (Gholamhoseini, 2020).

نتایج نشان داد که در هر دو رژیم آبیاری کرائی مصرف نیتروژن با افزایش نیتروژن مصرفی کاهش یافت (شکل ۵). کاهش کرائی مصرف نیتروژن در اثر افزایش نیتروژن بکار برده شده توسط مالیک و همکاران در گیاه کنگد نیز گزارش شده است (Malik et al., 2003). نتایج نشان داد که در تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، هر یک کیلوگرم نیتروژن بکاربرده شده باعث تولید ۲۴ و ۸ کیلوگرم دانه در هکتار به ترتیب در تیمارهای آبیاری کامل و کم آبیاری شد.

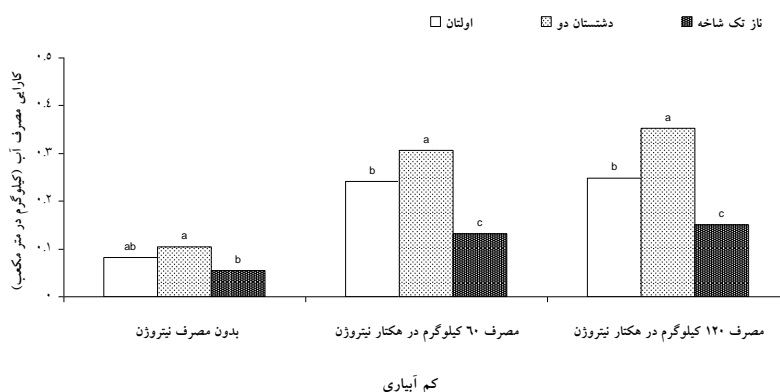
در مورد اثر مقدار آب بر بهره‌وری فیزیکی مصرف آب نتایج متناقضی گزارش شده است. تعدادی از پژوهشگران که شرایط تنش کم آبی شدید را بر گیاه اعمال کرده بودند اظهار داشتند تیمار تنش شدید خشکی باعث کاهش معنی‌دار بهره‌وری فیزیکی مصرف آب می‌گردد (Johnson and Henderson, 2002). در مقابل در آزمایش‌هایی که اثر تنش‌های خفیف آبی بر کرائی مصرف آب گیاهان زراعی مورد ارزیابی قرار گرفته است، تیمارهای تنش خفیف باعث افزایش بهره‌وری فیزیکی مصرف آب گردید (Katerji et al., 2009). به نظر می‌رسد در شرایط تنش شدید (مانند آنچه در این آزمایش اعمال شد) تلفات آب بر اثر ترقق، کمتر از فتوسنتز گیاه کاهش می‌یابد که نتیجه آن کاهش بهره‌وری فیزیکی مصرف آب می‌باشد. از طرف دیگر در هر سه رقم و در هر دو رژیم آبیاری، افزایش نیتروژن مصرفی با افزایش بهره‌وری فیزیکی مصرف آب همراه بود (شکل ۳ و ۴). افزایش وزن خشک، تراکم و گسترش ریشه کنگد در اثر مصرف نیتروژن گزارش شده است (Ghasemi, Hamedani et al., 2020). بنابراین می‌توان انتظار داشت به دلیل اثر مثبت نیتروژن بر خصوصیات ریشه، توانایی گیاه برای جذب آب و عناصر غذایی افزایش یابد که افزایش بهره‌وری فیزیکی مصرف آب را

جدول ۲- میزان آب مصرفی تحت رژیم‌های مختلف آبیاری در سال‌های اجرای آزمایش

تیمار کم آبیاری		تیمار آبیاری کامل	
۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶
آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	تعداد دفعات آبیاری	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	تعداد دفعات آبیاری
۲۰۵۰	۸	۴۱۸۰	۹
آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	تعداد دفعات آبیاری	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	تعداد دفعات آبیاری
۲۴۳۰	۹	۴۴۳۰	۱۲



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژن در رقم در تیمار آبیاری کامل بر کارایی یا بهره‌وری فیزیکی مصرف آب توضیحات: در هر تیمار کودی میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد ندارند.



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژن در رقم در تیمار کم آبیاری بر کارایی یا بهره‌وری فیزیکی مصرف آب توضیحات: در هر تیمار کودی میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد ندارند.

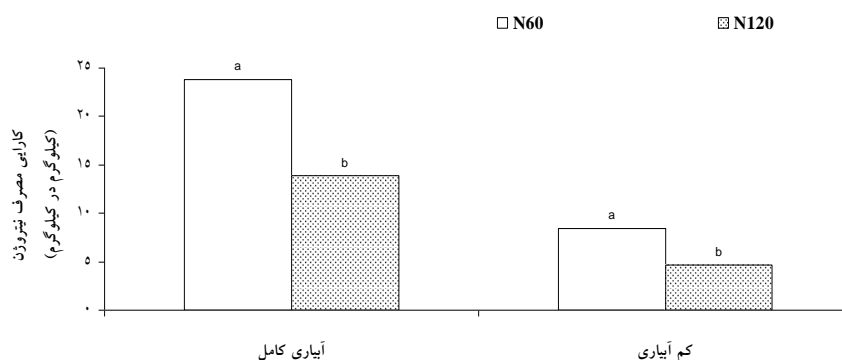
جدول ۳- میانگین عملکرد دانه و بهره‌وری فیزیکی نهاده‌ها در تولید کنگد متاثر از تیمارهای آزمایشی

بهره‌وری فیزیکی مصرف آب (کیلوگرم در هر کیلوگرم)	بهره‌وری فیزیکی مصرف آب (کیلوگرم در مترمکعب)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	سال
۱۳/۵ a	۰/۲۳ a	۸۵۶ a	۱۳۹۶
۱۱/۸ b	۰/۲۲ a	۷۵۲ a	۱۳۹۷
			رژیم آبیاری
۶/۵۶ b	۰/۱۸ b	۴۱۷ b	کم آبیاری
۱۸/۸۱ a	۰/۲۷ a	۱۱۹۱ a	آبیاری کامل
			رقم
۱۴/۹۳ a	۰/۲۶ a	۹۳۲ a	اولتان
۱۴/۳۹ a	۰/۲۷ a	۹۲۴ a	دشتستان ۲
۸/۷۴ b	۰/۱۵ b	۵۵۶ b	ناز تک شاخه
			مقدار کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)
-	۰/۰۹ c	۳۳۳ c	۰
۱۶/۱۱ a	۰/۲۷ b	۹۶۷ b	۶۰
۹/۲۶ b	۰/۳۱ a	۱۱۱۲ a	۱۲۰

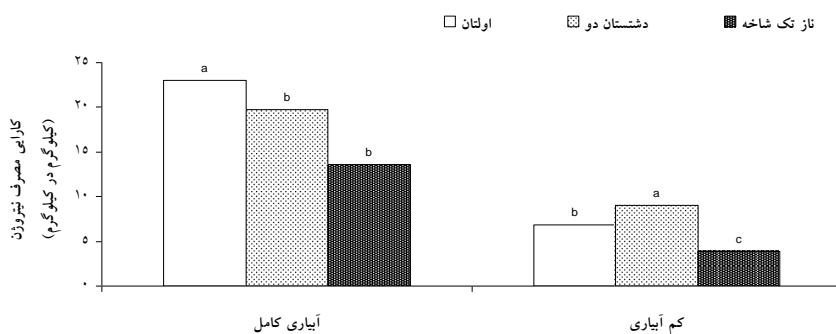
در هر تیمار میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد ندارند.

نیتروژن می‌شود. در برهمکنش رژیم آبیاری × رقم نیز مشاهده شد که در تیمار آبیاری کامل رقم اولتان و در تیمار کم آبیاری رقم دشتستان ۲ بیشترین کارایی مصرف نیتروژن را نشان دادند (شکل ۶). در هر دو تیمار آبیاری حداقل کارایی مصرف نیتروژن از رقم ناز تک شاخه بدست آمد (شکل ۶). در برهمکنش رقم × نیتروژن نیز روندی مشابه مشاهده شد به طوری که اولاً با افزایش نیتروژن مصرفی، کارایی مصرف نیتروژن در هر سه رقم کاهش یافت و ثانیاً ارقام اولتان و دشتستان ۲ در مقایسه با رقم ناز تک شاخه کارایی مصرف نیتروژن بیشتری را در هر سطح از نیتروژن مصرفی حاصل کردند (شکل ۷).

در مقابل با افزایش نیتروژن مصرفی به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، تفاوت دو رژیم آبیاری کاهش یافت و به ترتیب در تیمارهای آبیاری کامل و کم آبیاری هر یک کیلوگرم نیتروژن بکار برده شده موجب تولید ۱۴ و ۵ کیلوگرم دانه در هکتار شد. به عبارت دیگر اثر منفی کم آبی بر کارایی مصرف نیتروژن در مقادیر پائین نیتروژن مصرفی (۶۰ کیلوگرم در هکتار) شدید و با افزایش نیتروژن مصرفی تخفیف می‌یابد. هر عاملی که فراهمی نیتروژن برای گیاه را کاهش دهد اثر منفی بر کارایی مصرف نیتروژن دارد (Freney, 2005). در شرایط کم آبی، جریان توده‌ای برای دسترسی ریشه‌ها به نیتروژن کاهش می‌یابد که باعث کاهش جذب نیتروژن و در نهایت کاهش کارایی مصرف



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری در نیتروژن بر کارایی یا بهره‌وری فیزیکی مصرف نیتروژن توضیحات: در هر تیمار آبیاری میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد ندارند.



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری در رقم بر کارایی یا بهره‌وری فیزیکی مصرف نیتروژن توضیحات: در هر تیمار آبیاری میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد ندارند.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن در رقم بر کارایی یا بهره‌وری فیزیکی مصرف نیتروژن

توضیحات: در هر تیمار کودی میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد ندارند.

### بهره‌وری اقتصادی مصرف نهاده‌ها

طبق نتایج جدول ۴، با توجه به قیمت هر کیلو دانه کنگد در سال‌های ۹۶ و ۹۷ (به ترتیب ۷۴۸۶۳ و ۸۳۱۸۱ ریال) میانگین درآمد ناخالص تولید کنگد در سال‌های آزمایش ۶۳/۳ میلیون ریال در هکتار و تحت رژیم‌های آبیاری کامل و کم آبیاری به ترتیب ۹۴/۱ و ۳۳ میلیون ریال در هکتار برآورد شد. میانگین درآمد ناخالص تولید محصول تحت رژیم‌های مختلف کودی ۰، ۶۰، ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۲۶/۳ و ۷۶/۴ و ۸۷/۹ میلیون ریال در هکتار و تحت ارقام مختلف اولتان، دشتستان ۲ و ناز تک شاخه به ترتیب ۷۳/۶، ۷۳ و ۴۳/۹ میلیون ریال در هکتار محاسبه گردید. میانگین بهره‌وری اقتصادی آب یا ارزش ناخالص تولید محصول به ازای هر واحد حجم آب مصرفی در سال‌های آزمایش ۱۷۷۵۹/۲ ریال، در تیمار آبیاری

کامل و کم آبیاری به ترتیب ۲۱۳۳۶ و ۱۴۲۲۳/۸ ریال، در ارقام مختلف اولتان، دشتستان ۲ و ناز تک شاخه به ترتیب ۲۰۵۴۵/۸، ۲۱۳۳۶ و ۱۱۸۵۳ ریال و در تیمارهای کودی ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۲۱۳۳۶ و ۲۴۴۹۷ ریال تعیین شد. میانگین بهره‌وری اقتصادی کود نیتروژن یا ارزش ناخالص تولید محصول به ازای هر کیلو کود نیتروژن مصرفی نیز در سال‌های آزمایش ۹۹۶۳۷۵/۳ ریال، تحت تیمار آبیاری کامل و کم آبیاری به ترتیب ۱۴۸۶۸۱۲ و ۵۱۸۱۱۶ ریال، تحت ارقام مختلف اولتان، دشتستان ۲ و ناز تک شاخه به ترتیب ۱۱۸۰۲۶۴/۵، ۱۱۳۷۳۲۶ و ۶۹۰۸۲۱ ریال و تحت کود نیتروژن مصرفی ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۱۲۷۳۵۷۱ و ۷۳۲۲۷۰/۵ ریال تعیین شد (جدول ۴).

جدول ۴- میانگین درآمد ناخالص و بهره‌وری اقتصادی نهاده‌ها در تولید کنگد متأثر از تیمارهای آزمایشی

سال	میانگین درآمد ناخالص (ریال در هکتار)	بهره‌وری اقتصادی مصرف آب (ریال در مترمکعب)	بهره‌وری اقتصادی مصرف نیتروژن (ریال در هر کیلوگرم)
۱۳۹۶	۶۴۰۸۲۷۲۸	۱۷۲۱۸/۷	۱۰۱۰۷۶۸/۶
۱۳۹۷	۶۲۵۵۲۲۶۲	۱۸۲۹۹/۸	۹۸۱۹۸۲
رژیم آبیاری			
کم آبیاری	۳۲۹۵۲۱۷۴	۱۴۲۲۳/۸	۵۱۸۱۱۵/۹
آبیاری کامل	۹۴۱۱۵۲۰۲	۲۱۳۳۶	۱۴۸۶۸۱۲
رقم			
اولتان	۷۳۶۴۸۵۰۴	۲۰۵۴۵/۸	۱۱۸۰۲۶۴/۵
دشتستان ۲	۷۳۰۱۶۳۲۸	۲۱۳۳۶/۱	۱۱۳۷۳۲۶
ناز تک شاخه	۴۳۹۳۶۲۳۲	۱۱۸۵۳/۲	۶۹۰۸۲۱/۳
مقدار کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)			
۰	۲۶۳۱۴۳۲۶	۷۱۱۲	-
۶۰	۷۶۴۱۴۲۷۴	۲۱۳۳۵/۸	۱۲۷۳۵۷۱/۲
۱۲۰	۸۷۸۷۳۴۶۴	۲۴۴۹۶/۸	۷۳۲۲۷۰/۵



## نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد در تمامی ارقام میزان اثرگذاری نیتروژن بر عملکرد دانه با بروز کم آبی کاهش یافت. از طرف دیگر در هر سه رقم و در هر دو رژیم آبیاری، افزایش نیتروژن مصرفی با افزایش بهره‌وری فیزیکی مصرف آب همراه بود. بیشترین مقدار کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری کامل از رقم اولتان با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد بطوریکه این رقم به ازای مصرف هر مترمکعب آب، ۰/۴۸ کیلوگرم دانه تولید کرد. در مقابل در تیمار کم آبیاری رقم دشتستان ۲ با دریافت ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حداکثر کارایی مصرف آب را نشان داد و به ازای مصرف هر مترمکعب آب، ۰/۳۵ کیلوگرم دانه تولید کرد. نتایج حاکی از آن بود با کاهش تقریبی ۵۰ درصدی مصرف آب (۴۳۰۵ مترمکعب در هکتار آب مصرفی در تیمار آبیاری کامل در مقابل ۲۲۴۰ مترمکعب در هکتار در تیمار کم آبیاری)، درآمد ناخالص تولید کنجد به یک سوم کاهش یافت. در مقابل انتخاب رقم مناسب با توجه به فراهمی آب به طور متوسط تا ۶۶ درصد درآمد ناخالص تولید کنجد را افزایش داد. با توجه به نتایج پیشنهاد می‌گردد ارقامی برای کشت در منطقه هدف انتخاب شود که دارای عملکرد و بهره‌وری اقتصادی بالایی باشد. بر این اساس رقم دشتستان ۲ مناسب برای شرایط کم آبیاری و رقم اولتان مطلوب برای مناطقی است که فراهمی آب در آنها مناسب است. بنابراین مصرف کارآمد نهاده‌ها در زراعت کنجد نیازمند برقراری تعادلی دقیق بین مصرف آب و نیتروژن و انتخاب صحیح رقم است. چنین رویکردی حصول عملکرد و درآمد قابل قبول در زراعت کنجد را به همراه دارد.

## منابع

- اسدی، ه.، محمودی، م. و زارع، ش. ۱۴۰۰. تعیین سودآوری و بهره‌وری آب کشاورزی در تولید محصولات زراعی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۵ (۶): ۱۴۰۴-۱۴۱۱.
- حیدری، ن. ۱۳۹۳. تعیین و ارزیابی کارایی مصرف آب برخی محصولات زراعی عمده تحت مدیریت زارعین در ایران. نشریه مدیریت آب و آبیاری. ۱ (۲): ۴۳-۵۷.
- خاضع، ا.ح.، امینیان، ر.، غلامحسینی، م. و حبیب‌زاده، ف. ۱۳۹۷. مقایسه ارقام کنجد از نظر برخی صفات مورفولوژیکی تحت تیمار کود نیتروژن. ششمین کنگره علمی پژوهشی توسعه و ترویج علوم کشاورزی و منابع طبیعی در ایران. ۲۵ اسفند ماه، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین. تهران.
- زمانی، ا.، مرتضوی، س.، ا. و بلالی، ح. ۱۳۹۳. بررسی بهره‌وری اقتصادی آب در محصولات مختلف زراعی در دشت بهار. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۸ (۱): ۵۱-۶۴.
- غلامحسینی، م.، اسدی، ه. و داوودی، م.ح. ۱۴۰۰. واکنش عملکرد ارقام کنجد (*Sesamum indicum* L.) به کود نیتروژن در شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۱۱ (۳): ۱۲۵-۱۳۷.
- کریمی، م. و جلیلی، م. ۱۳۹۶. بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات مهم زراعی، مطالعه موردی: دشت مشهد. نشریه آب و توسعه پایدار. ۴ (۱): ۱۳۳-۱۳۸.
- میرزایی، ع.، علی کریمی، ن. و آزر، ح. ۱۳۹۹. اولویت‌بندی کشت محصولات زراعی بر اساس بهره‌وری اقتصادی آب در شهرستان دهلران. دهمین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و منابع طبیعی پایدار. ۱۷ تیر ماه، موسسه تحقیقات محیط زیست و مرکز استراتژی‌های دستیابی به توسعه پایدار. تهران.
- Couch, A., Janib, A., Mulvaney, M., Hochmuth, G., Bennett, J., Gloaguen, R., Langham, R. and Rowland, D. 2017. Nitrogen accumulation, partitioning, and remobilization by diverse sesame cultivars in the humid southeastern USA. *Field Crops Research*. 203: 55-64.
- Di Paolo, E. and Rinaldi, M. 2008. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*. 105: 202-210.
- Ebrahimian, E., Seyyedi, S. M., Bybordi, A. and Damalas, C. A. 2019. Seed yield and oil quality of sunflower, safflower, and sesame under different levels of irrigation water availability. *Agricultural Water Management*. 218: 149-157.
- Food and Agriculture Organization. 2020. FAO Statistics. Retrieved February 23, 2020 from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Freney, J. R. 2005. Options for reducing the negative effects of nitrogen in agriculture. *Science in China Series C: Life Sciences*. 48: 861-870.
- Ghasemi Hamedani, N., Gholamhoseini, M., Bazrafshan, F., Amiri, B and Habibzadeh, F. 2020. Variability of root traits in sesame genotypes under different irrigation regimes. *Rhizosphere*. 13: 100190.
- Gholamhoseini, M. 2022 a. Optimizing irrigation and nitrogen fertilization of Iranian sesame cultivars for grain yield and oil quality. *Journal of Food Composition and Analysis*. 108: 104448.
- Gholamhoseini, M. 2020 b. Evaluation of sesame

- L.) under varying planting patterns. *International Journal of Agriculture and Biology*. 5(4), 490–492.
- Mekonnen, S. B., Sharma, J. and Dechassa, N. 2016. Effects of nitrogen fertilizer rates on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties under irrigation in Gode, South-Eastern Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 3(1): 71–78.
- Saboury, A., Gholamhoseini, M., Bazrafshan, F., Habibzadeh, F. and Amiri, B. 2021. Interaction of irrigation and N fertilization on yield and input use efficiency of sesame cultivars. *Agronomy Journal*. 113: 5133–5142.
- Saharia, P. and Bayan, N. C. 1996. Production potential of sesame (*Sesamum indicum* L.) as influenced by weeds management and nitrogen level. *Journal Agriculture Science Society*. 9: 199–201.
- Sharma, P. B. 2005. Fertilizer management in sesame (*Sesamum indicum* L.) based intercropping system in Tawa command area. *Journal Oilseeds Research*. 22: 63-65.
- Shehu, H. E. 2014. Uptake and agronomic efficiencies of nitrogen, phosphorus and potassium in sesame (*Sesamum indicum* L.). *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*. 4(2): 41–56.
- Weise, E. A. 2000. *Oilseed crops*. Blackwell Sci. Ltd Oxford. UK. 364p.
- genotypes for agronomic traits and stress indices grown under different irrigation treatments. *Agronomy Journal*. 112: 1794–1804.
- Imayavaramban, V., Jeyasingh, J., Thanunathan, K., Singaraval, R. and Manuel, R. I. 2004. Studies on the effect of foliar application of NPK and chelated micronutrients on the productivity and economic return of sesame. *Research on Crops*. 5: 44-46.
- Johnson, B. L. and Henderson, T. L. 2002. Water use patterns of grain amaranth in the northern Great Plains. *Agronomy Journal*. 94: 1437-1443.
- Kamravaie, A. and Shokohfar, A. 2015. The effect of different levels and split application of nitrogen on yield components of sesame plant in Hamidiyeh weather conditions. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. 5(2): 34–40.
- Katerji, N., Mastrorilli, M., van Hoorn, J. W., Lahmer, F. Z., Hamdy, A. and Oweis, T. 2009. Durum wheat and barley productivity in saline-drought environments. *European Journal of Agronomy*. 31: 1–9.
- Leghari, S. J., Hu, K., Liang, H. and Wei, Y. 2019. Modeling water and nitrogen balance of different cropping systems in the North China Plain. *Agronomy*. 9: 696–715.
- Malik, M. A., Saleem, M. F., Cheema, M. A. and Ahmed, S. 2003. Influence of different nitrogen levels on productivity of sesame (*Sesamum indicum*

## Determining the Physical and Economic Efficiency of Water and Nitrogen in Sesame Production

M. Gholamhoseini<sup>\*1</sup>, H. Asadi<sup>2</sup>, M. H. Davoodi<sup>3</sup>  
Received: May.09, 2022 Accepted: Jun.29, 2022

### Abstract:

The current study was conducted to investigate the yield, yield gross income and water and nitrogen efficiency of sesame cultivars grown under full and deficit irrigation conditions. The experiment was carried out at Seed and Plant Improvement Research Institute, Karaj, Iran in 2017 and 2018. A randomized complete block design arranged in split-factorial plots with three replications was used to run the experiment. Irrigation treatments at two levels including deficit irrigation and full irrigation were assigned to the main plots and a combination of nitrogen fertilizer (0, 60 and 120 kg N ha<sup>-1</sup>) and sesame cultivars were allocated to sub-plots. To measure the efficiency of the inputs, the yield gross income and physical and economic efficiency indicators were used. According to the results, the average gross income of sesame production in the experimental years was 63.3 million Rials per hectare and under full and deficit irrigation regimes the average gross income values were 94.1 and 33 million Rials per hectare, respectively. The average water physical efficiency under full and deficit irrigation treatment was 0.27 and 0.18 kg of product per cubic meter of water, respectively, and the average nitrogen fertilizer physical efficiency under full and deficit irrigation treatment was 18.8 and 6.56 kg per kg of fertilizer. In addition, the average water economic efficiency under full and deficit irrigation treatment was 21336 and 14224 Rials per cubic meter of water, respectively. The results showed that with a 50% reduction in water consumption, the gross income of sesame production decreases to one-third. In contrast, choosing the right cultivar due to the availability of water increased sesame production by 66%. According to the results, it is suggested to select cultivars that have high yield and economic efficiency.

**Keywords:** Fertilizer, Income, Productivity indices, Sesame, Water

1- Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

2- Assistant Professor of Agricultural Economic researches, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

3- Associate Professor of Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

(\*- Corresponding Author Email: m.gholamhoseini@areeo.ac.ir)