Archive of SID

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره دوم، تابستان ۹۵
۱۹۳-۲۱۱
http://ejcp.gau.ac.ir

# بررسی برهمکنش نیتروژن و شوری بر عملکرد، درصد روغن و کارآیی استفاده از نیتروژن در کلزا

یعقوب حسینی[۱]، *مهدی همایی[۲] و صفورا اسدی کپورچال[۳]

[۱]استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، [۲]استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، [۳]استادیار گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۷/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۲/۱۸

**چکیده**

**سابقه و هدف:** در بیشتر خاک‌های شور و غیر شور نیتروژن به‌عنوان محدود کننده‌ترین عنصر غذایی برای رشد گیاهان مطرح است. در خاک‌های شور، اثرات متقابل شوری و حاصلخیزی خاک از نقطه نظر تولید بهینه اهمیت فراوان دارد. عدم تعادل عناصر غذایی موردنیاز گیاه یکی از مشکلات خاک‌های شور است. در این شرایط که کاربرد کود، ممکن است اثر اسمزی ناشی از شوری را تشدید کند، همواره این پرسش مطرح است که آیا در خاک‌های شور مصرف کود ضرورت دارد یا نه؟ به‌منظور پاسخگویی به چنین پرسشی، آزمایشی با فاکتورهای شوری و عنصر نیتروژن، بر روی گیاه کلزا انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** به‌منظور ارزیابی برهمکنش شوری و نیتروژن، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با فاکتورهای شوری و عنصر نیتروژن، بر روی گیاه کلزا به اجرا در آمد. تیمارهای شوری شامل یک آب غیرشور (۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر)، و آب‌های شور طبیعی با شوری ۳، ٦، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. عنصر غذایی نیتروژن نیز دارای چهار سطح صفر ($N_1$)، ۷۵ ($N_2$)، ۱۵۰ ($N_3$) و ۳۰۰ ($N_4$) میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به‌صورت نیترات آمونیوم بود. خاک به‌کار رفته در این پژوهش، دارای بافت لوم شنی و شوری کم و مقادیر ناچیز نیتروژن بود.

*مسئول مکاتبه: mhomaee@modares.ac.ir



www.SID.ir

Archive of SID



**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که به‌طور کلی با افزایش شوری، عملکرد نسبی دانه کلزا کاهش و با افزودن نیتروژن به خاک عملکرد افزایش می‌یابد. در بیشترین مقدار شوری (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) کاربرد نیتروژن، حتی به مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، درصد روغن دانه کلزا را به گونه‌ای قابل توجه افزایش داد. در شوری‌های کمتر از ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر این افزایش اندک بود. با افزایش کاربرد نیتروژن و افزایش شوری آب آبیاری، کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن کاهش یافت. آستانه کاهش کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن در شرایط شور به مقدار کاربرد نیتروژن بستگی داشت. آستانه کاهش کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن، در سطح اول کاربرد نیتروژن برابر با ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر و در مقادیر بالاتر کاربرد نیتروژن این آستانه تا ٦ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. با افزایش سطوح نیتروژن از شدت کاهش درصد بازیافت ظاهری نیتروژن کاسته شد.

**نتیجه‌گیری:** با افزایش شوری، عملکرد نسبی دانه کلزا کاهش و با افزودن نیتروژن به خاک عملکرد افزایش یافت. به‌طور کلی، با افزایش شوری آب آبیاری (به‌ویژه در شوری‌های زیاد)، در همه سطوح کاربرد نیتروژن، کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن در کلزا افزایش یافت. در بیشترین مقدار شوری، کاربرد نیتروژن، به گونه‌ای قابل توجه درصد روغن دانه کلزا را افزایش داد. آستانه کاهش کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن در شرایط شور به مقدار کاربرد نیتروژن بستگی داشت. بنابراین، توصیه می‌شود در کاربرد مقادیر بالای نیتروژن در شرایط شور باید احتیاط بیشتری به عمل آورد.

***واژه‌های کلیدی:*** آب شور، بازیافت ظاهری نیتروژن، کارآیی مصرف زراعی نیتروژن، کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن، عنصر غذایی



www.SID.ir

Archive of SID



**مقدمه**

امروزه توسعه کشاورزی پایدار با محدودیت منابع آب‌های شیرین مواجه می‌باشد. آب‌هایی که تا چند دهه قبل به‌عنوان منابع آب‌های نامطلوب تلقی می‌گردید، اکنون به اجبار و به‌دلیل محدودیت منابع آب باید به‌عنوان منابع آبیاری مورد استفاده قرار گیرد (۳۵، ٤۳). در حال حاضر در برخی از مناطق خشک و نیمه خشک، به‌علت کمبود منابع آب شیرین، استفاده از آب‌های شور و لب شور رایج است (۲، ٤۰). بر اساس تجارب جهانی، هزینه مدیریت به‌کارگیری آب‌های شور از توسعه منابع آب شیرین جدید اقتصادی‌تر می‌باشد (۳٤). بر اساس گزارش‌ها حدود ۳۳ درصد از اراضی تحت آبیاری دنیا و حدود ۵۰ درصد از اراضی تحت آبیاری در ایران با مشکل شوری روبرو می‌باشند (۳۷). از دیگر سو، یکی از مشکلات اراضی شور، عدم تعادل عناصر غذایی موردنیاز گیاه در خاک آن‌هاست (۱۲، ۲۳، ۲٤). در حالی‌که قابلیت استفاده برخی از عناصر ضروری همچون نیتروژن برای گیاه در خاک‌های شور به دلایل مختلف اندک است، غلظت عناصر دیگری مانند کلر در این خاک‌ها زیاد و گاه در حد سمیّت می‌باشد (٤۱). در خاک‌های شور، اثرات متقابل شوری و حاصلخیزی خاک از نقطه نظر تولید بهینه اهمیت فراوان دارد (۱٤، ۱۵). در این شرایط که کاربرد کود، ممکن است اثر اسمزی ناشی از شوری را تشدید کند، همواره این پرسش مطرح است که آیا در خاک‌های شور مصرف کود ضرورت دارد یا نه؟ و در صورت لزوم باید به چه مقدار و در چه زمانی مصرف شود (۱۰، ۱۸). هنگامی که عملکرد بر اثر فقر غذایی و یا شوری به‌طور مشابهی کاهش یافته باشد، کاهش شوری و یا مصرف کود، افزایش عملکرد را در بر خواهد داشت. لیکن چنانچه اثر یکی از این دو تنش بر کاهش عملکرد بیش از دیگری باشد، جلوگیری از تنشی که شدیدتر است، عملکرد را بیشتر افزایش می‌دهد تا تنشی که سهم کمتری در کاهش عملکرد دارد (۱۱، ۱٦). بنابراین، به هنگام وجود هر دو تنش شوری و کمی حاصلخیزی خاک باید دقت نمود که آیا مصرف کود تحمّل گیاه به شوری را کاهش یا افزایش می‌دهد (۳۰).

در حال حاضر، بیش از ۹۰ درصد مصرف داخلی روغن‌های خوراکی کشور از طریق واردات تأمین می‌شود. به‌این دلیل برنامه‌ریزی بلندمدت و منسجم، با هدف نیل به خودکفایی در تولید روغن خوراکی در دستور کار برنامه‌ریزان قرار گرفته است (۱، ۳۹). بنابراین، مطالعه و بررسی کشت گیاهان روغنی در خاک‌های شور با توجه به وسعت آن‌ها می‌تواند به‌عنوان راهکاری هم برای استفاده بهینه از اراضی شور و هم افزایش سطح زیر کشت چنین گیاهانی مدنظر قرار گیرد. گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) سومین



www.SID.ir

Archive of SID



گیاه روغنی مهم دنیا بوده که در چند سال اخیر به‌عنوان یک گیاه مناسب برای کشت در شرایط آب و هوایی کشور مورد توجه قرار گرفته است (۱۷، ۳۳). این گیاه مهم‌ترین گونه زراعی جنس براسیکا (*Brassica*) می‌باشد. با توجه به شرایط اقلیمی موردنیاز این گیاه، کشت آن در اغلب نقاط کشور به راحتی امکان‌پذیر است و می‌تواند در تناوب با سایر محصولات زراعی به‌ویژه غلات قرار گیرد (۱).

در بیشتر خاک‌های شور و غیر شور نیتروژن به‌عنوان محدود کننده‌ترین عنصر غذایی برای رشد گیاهان مطرح است (۲٤). عوامل زیادی در کاهش قابلیت استفاده نیتروژن در شرایط شور نقش دارند که از جمله می‌توان به کاهش جذب نیترات بر اثر عرضه زیاد آنیون کلر در محیط ریشه، کاهش نیترات‌زایی (نیتریفیکاسیون) در خاک، کمبود ماده آلی در خاک‌های شور، هدررفت نیترات در خاک‌های شور به‌دلیل آبشویی اشاره کرد (۳، ۳۲). پژوهش‌های انجام شده پیرامون برهمکنش شوری و عناصر غذایی هرچند پر شمار نیست، لیکن تحقیقات منتشر شده نشان می‌دهند که جذب عناصر غذایی در خاک‌های شور به‌شدت به مقدار شوری و نوع عناصر غذایی بستگی دارد (۲۲، ۲۵).

در آزمایشی با یک رقم پرمحصول کلزا (*Brassica napus* cv. Bienvenu) مشاهده شد که حداکثر جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در هکتار به‌ترتیب ۳٦٤، ٤۳، ۳۸۰، ۲۸۷ و ۱٦ کیلوگرم بود (٦). علی و همکاران (۱۹۹۸) مشاهده کردند که نسبت‌های مختلف $NO_3^-/NH_4^+$ بر رشد گیاه کلزا اثر ندارد. آنان علت این امر را بالا بودن میزان ریشه به ساقه در کلزا می‌دانند. زیرا از این راه ظرفیت بیشتری برای تبدیل $NH_4^+$ به سایر شکل‌های نیتروژن در ریشه ایجاد می‌شود (٤). اسماعیلی و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که کاربرد کود نیتروژن در سطوح کم تا متوسط شوری، وزن خشک سورگوم را افزایش می‌دهد. افزودن کود نیتروژن به تیمارهای آب شور باعث کاهش غلظت $Na^+$ و $Cl^-$ و افزایش غلظت پتاسیم گیاه شد (۱۲). در آزمایشی دیگر، بوتلا و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که تأثیر شوری بر جذب نیتروژن به منبع نیتروژن کاربردی بستگی دارد. به‌طوری که شوری، جذب کل نیتروژن را وقتی که منبع نیتروژن $NO_3^-$ یا $NO_3^-+NH_4^+$ بود کاهش داده است. لیکن هنگامی که نیتروژن تنها از منبع $NH_4^+$ تأمین شد، تأثیر شوری برجذب آن جزئی بود (۸). به‌طور کلی، بهترین منبع نیتروژن به‌ویژه در شرایط شور، مخلوط $NO_3^-$ و $NH_4^+$ می‌باشد (۲۳). مانچاندا و همکاران (۱۹۸۲) گزارش کردند که مصرف کود نیتروژنی در خاک‌های شور، به مقدار کمتری از آنچه در خاک‌های غیر شور و معمولی مرسوم است واکنش مثبت گیاه را به‌همراه دارد (۳۱). تحمّل به نمک در گیاهان مختلف زراعی در شرایط مزرعه، هنگامی که مقدار زیادی کودهای نیتروژنی مصرف شود،



www.SID.ir

Archive of SID



کاهش می‌یابد (۱۰). این کاهش، احتمالا، به تغییر در موازنه آب تحت تأثیر نیتروژن مانند تغییر در طرح تولید ریشه و همچنین در مقدار هورمون‌های گیاهی مرتبط است (۲۹). هیو و اشمایتر (۱۹۹۷) برهمکنش شوری و سطوح عناصر پرمصرف در گندم را مطالعه و گزارش کردند که برهمکنش شوری و عناصر پرمصرف باعث تغییر وضعیت عناصر در گیاه می‌شود. افزایش $Ca^{2+}$، $Mg^{2+}$، $K^{+}$ و $NO_3^{-}$ تکمیلی به محلول غذایی حاوی تیمار شوری، غلظت عناصر در برگ و ساقه را افزایش داده لیکن رشد یا عملکرد گندم تنها در شوری‌های متوسط (۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌مول NaCl) بهبود می‌یابد. غلظت $Na^{+}$ و $Cl^{-}$ دانه با افزایش شوری افزایش، ولی غلظت‌های $K^{+}$، $Mg^{2+}$ و $Ca^{2+}$ کاهش یافت. در برگ و ساقه غلظت یون‌های کلر و سدیم به‌طور معنی‌داری با افزایش شوری افزایش یافت در حالی‌که غلظت‌های $K^{+}$ و $NO_3^{-}$ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طور کلی یک رابطه قوی و معنی‌دار، بین غلظت عناصر در برگ، دانه، ساقه و اجزای مختلف عملکرد مشاهده شد ولی نمی‌توان گفت که کدام عامل (سمیّت، عدم تعادل عناصر، کمبود عنصر و یا همه این عوامل با هم) باعث تأثیر شدید شوری بر عملکرد شده است (۱۹). بار و همکاران (۱۹۹۷) مشاهده کردند که تجمع کلر در برگ مرکبات و آواکادو که باعث ریزش این برگ‌ها شد، با کاربرد $NO^{3-}$ کاهش یافت و اثرات مضر کلر کاهش یافته است. غلظت بالای نیترات در گیاه، کاهش غلظت فسفر گیاه و کلروزه شدن برگ را به دنبال داشته است. نیترات افزون بر کاهش تجمع کلر، باعث کاهش بور در برگ‌ها نیز گردید. این پژوهش‌گران پیشنهاد کردند که در آب‌های حاوی غلظت‌های بالای یون کلرید، به میزان نصف غلظت $Cl^{-}$ در آب، نیترات به آب اضافه شود (۵). در پژوهشی دیگر نشان داده شد که یون کلرید با افزایش سطوح $NO_3^{-}$ کاهش پیدا می‌کند ولی کابرد $H_2PO_4^{-}$ اثر ناچیزی در کاهش غلظت $Cl^{-}$ داشته است (۲۸). با توجه به مطالب گفته شده، به‌منظور ارزیابی برهمکنش شوری و نیتروژن برروی گیاه کلزا آزمایش حاضر انجام پذیرفت.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی برهمکنش شوری و نیتروژن، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با فاکتورهای شوری و عنصر نیتروژن، بر روی گیاه کلزا به اجرا در آمد. تیمارهای شوری شامل یک آب غیرشور (۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر)، و آب‌های شور طبیعی با شوری ۳، ٦، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. عنصر غذایی نیتروژن نیز دارای چهار سطح: صفر ($N_1$)،



www.SID.ir

Archive of SID



۷۵ ($N_2$)، ۱۵۰ ($N_3$) و ۳۰۰ ($N_4$) میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به‌صورت نیترات آمونیوم (که حاوی هر دو شکل رایج و قابل استفاده نیتروژن یعنی آمونیم و نیترات است) بود. خاک به‌کار رفته در این پژوهش، دارای بافت لوم شنی و شوری کم و مقادیر ناچیز نیتروژن بود. برای تهیه خاک موردنظر نخست با مراجعه به گزارش‌ها و نقشه‌های خاکشناسی، مناطقی که امکان وجود خاک‌هایی با مشخصات پیش گفته در آنها وجود داشت انتخاب شدند. سپس چندین نمونه خاک از استان‌های قزوین، قم، مرکزی و چند نقطه از استان تهران گردآوری و به آزمایشگاه منتقل و تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی لازم بر روی آن‌ها انجام گرفت. با توجه به نتایج آزمایشگاه، خاک منطقه قمرود واقع در استان قم با نام علمی Coarse-loamy, mixed thermic Calcic Haplosalids انتخاب شد. آنگاه مقداری کافی از خاک انتخاب شده از افق سطحی ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری گردآوری گردید. انتخاب بافت سبک به‌این دلیل بود تا بتوان شوری کل نیمرخ خاک را با اعمال جزء آبشویی (LF) نسبتاً زیاد، حتی الامکان یکنواخت کرد. در این صورت می‌توان جزء آبشویی موردنیاز را که حداکثر برابر ۰/۵ است، اعمال کرد. یک دلیل دیگر برای این انتخاب، نگهداشت یکنواخت توزیع رطوبت در محیط ریشه برای همه تیمارها بود. پس از خشک کردن خاک در هوا و گذراندن آن از الک دو میلی‌متری، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن همچون بافت، رطوبت در ظرفیت زراعی (FC)، عناصر پرمصرف و کم مصرف، کربن آلی، pH خاک و هدایت الکتریکی عصاره اشباع ($EC_e$) با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (۳۶). جدول (۱) برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده را نشان می‌دهد.

**جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شور طبیعی مورد استفاده در آزمایش.**

Table 1. Some physical and chemical characteristics of the studied natural saline soils.

| بافت خاک Soil texture | واکنش خاک pH | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$) | سولفات (میلی‌گرم در کیلوگرم) $SO_4^{2-}$ ($mg.kg^{-1}$) | کربن آلی (درصد) Organic carbon (%) | فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$) | کلر (میلی‌گرم در لیتر) $Cl^-$ ($mg.L^{-1}$) | پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم) $K^+$ ($mg.kg^{-1}$) | سدیم (میلی‌گرم در لیتر) Na+ ($mg.L^{-1}$) | بور (میلی‌گرم در کیلوگرم) B ($mgkg^{-1}$) | ظرفیت زراعی (درصد) (FC) (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SL | 7.91 | 2.99 | 64.00 | 0.23 | 5.32 | 216.00 | 189.00 | 409.00 | 1.20 | 21.70 |



www.SID.ir

Archive of SID



در بیشتر پژوهش‌های انجام شده پیشین، آب مورد استفاده در مطالعات دارای شوری طبیعی نبوده و اغلب از ترکیب $NaCl+CaCl_2$ استفاده شده است که مطابق با شرایط واقعی منابع آب شور نمی‌باشد. به همین منظور، به‌واسطه نزدیک‌تر شدن به شرایط واقعی خاک‌های شور، در این پژوهش از آب شور طبیعی استفاده شد. آب شور موردنیاز از دریاچه حوض سلطان قم با شوری ۱۹۶ دسی‌زیمنس بر متر تهیه شد. تیمارهای آب شور از رقیق کردن این آب با آب شرب ($dS.m^{-1}$ EC=۰/۳) تا رسیدن به شوری‌های ۳، ٦، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر تهیه شد. جدول ۲ برخی ویژگی‌های شیمیایی این آب شور طبیعی را نشان می‌دهد.

**جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی آب شور طبیعی اولیه.**

Table 2. Some chemical characteristics of natural saline water.

| pH واکنش | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC $dS.m^{-1}$ | $SO_4^{2-}$ سولفات | $HCO_3^-$ بی‌کربنات | $CO_3^{2-}$ کربنات | $Cl^-$ کلر | $K^+$ پتاسیم | $Na^+$ سدیم | $Mg^{2+}$ منیزیم | $Ca^{2+}$ کلسیم | $B^-$ بور |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | میلی‌مول در لیتر $mmol.L^{-1}$ | | | | | | | | |
| 8.15 | 196.00 | 176.00 | 54.00 | 5.50 | 1388.00 | 2.90 | 1313.00 | 142.00 | 128.00 | 20.00 |

برای انجام آزمایش، لایسیمترهایی به ارتفاع ۲٤ سانتی‌متر و قطر ۲۲ سانتی‌متر انتخاب شدند تا ریشه‌های کلزا از لحاظ گسترش و نفوذ و نیز جذب آب و مواد غذایی با محدودیتی روبرو نشوند. شکل لایسیمترها نیز به‌صورت استوانه‌ای در نظر گرفته شد تا هنگام اعمال جزء آبشویی[1] بر ستون قائم خاک مشکلی پیش نیاید. در قسمت زیرین لایسیمترها خروجی‌هایی ایجاد شد تا آب از آن‌ها خارج و از تجمع نمک جلوگیری شود. سپس یک لایه توری پلاستیکی متناسب با شکل و اندازه کف لایسیمترها تهیه و در کف آن‌ها قرار داده شد. مقدار ۸۰۰ گرم زهکش از جنس ماسه متوسط به قطر ۲-۱ سانتی‌متر روی لایه توری قرار داده شد و روی این لایه زهکش نیز یک لایه توری دیگر قرار گرفت تا از مخلوط شدن خاک و زهکش جلوگیری شود. ممانعت نماید. سپس ۸ کیلوگرم خاک در هر لایسیمتر ریخته شد. مقدار نیتروژن هر تیمار پس از محاسبه، در طول دوره رشد گیاه در ۱۰ قسط

1- Leaching Fraction



www.SID.ir

Archive of SID



مساوی به‌همراه آب آبیاری (همراه اعمال تیمارهای شوری) اضافه شد. عناصر غذایی دیگر نیز طبق توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب (۲۷)، در ابتدا و در رطوبت ظرفیت زراعی به مقدار مساوی با خاک لایسیمترهای مربوطه، کاملاً مخلوط شدند.

پس از آن، ده عدد بذر کلزا رقم Hyola401 (یکی از ارقام رایج کشت کلزا در ایران) در هر لایسیمتر کاشته شد و تا زمان استقرار (دو هفته پس از کاشت) با آب غیر شور آبیاری شدند. پس از آن، تعداد چهار بوته قوی و یکسان در هر لایسیمتر نگهداری و بقیه بوته‌ها حذف شدند. در همین زمان تیمارهای آب شور نیز اعمال شدند و از این مرحله به بعد لایسیمترهای هر تیمار با در نظر گرفتن جزء آبشویی (LF) ۰/۵ و با وزن کردن هر لایسیمتر و تعیین اختلاف وزنی آن با هنگامی که خاک لایسیمتر در حالت ظرفیت زراعی است، با مقدار معینی از آب شور (دارای EC متناسب با هر تیمار) آبیاری شدند. با اعمال این جزء آبشویی، شوری عصاره خاک تا حد امکان به شوری آب آبیاری نزدیک می‌شود. به‌منظور کنترل شوری خاک و اطمینان از صحت اعمال LF=۰/۵، پس از هر آبیاری، حجم و شوری زهاب همه لایسیمترها اندازه‌گیری شدند. در طول دوره انجام آزمایش مراقبت‌های لازم و سم‌پاشی بر علیه آفات مانند شته و آبیاری به موقع به‌عمل آمد. دو بوته در هر لایسیمتر تا مرحله عملکرد نگهداری و سپس برداشت و دانه‌های کلزا از بوته‌ها جدا شدند. پس از برداشت، گیاهان هر لایسیمتر سه بار با آب معمولی و دو بار نیز با آب مقطر شستشو و به‌مدت ٤٨ ساعت در دمای ٦٥ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند. مقدار عملکرد و درصد روغن برای هر لایسیمتر اندازه‌گیری شد. سپس مقادیر عناصر نیتروژن در دانه گیاه کلزا اندازه‌گیری شد. پس از آن کارآیی مصرف نیتروژن به‌صورت زیر محاسبه گردید (٤٥).

$$NAE = \frac{Y_{NX} - Y_{N0}}{N_f}$$ رابطه (۱)

$$PE = \frac{Y_{NX} - Y_{N0}}{D - E}$$ رابطه (۲)

$$NAR\ \% = \frac{D - E}{B} \times 100$$ رابطه (۳)

که در آن‌ها، $NAE$ کارآیی زراعی نیتروژن، $Y_{NX}$ عملکرد در تیمار کودی، $Y_{N0}$ عملکرد در تیمار شاهد، $N_f$ کل نیتروژن مصرفی، $NPE$ کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن، $D$ جذب نیتروژن توسط گیاه در



www.SID.ir

Archive of SID

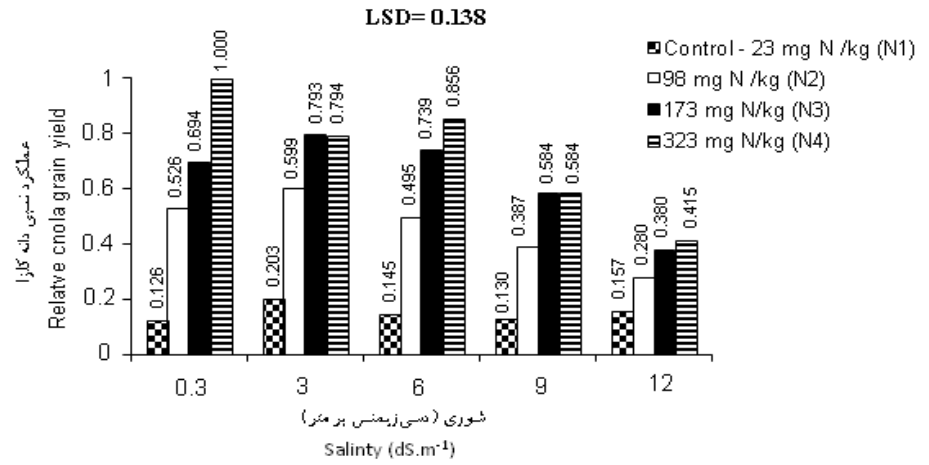


تیمار کودی، $E$ جذب نیتروژن توسط گیاه در تیمار شاهد، $NAR$ بازیافت ظاهری نیتروژن و $B$ مقدار نیتروژن مصرفی می‌باشد.

تجزیه‌های آماری موردنظر با استفاده از نرم‌افزار Mstat C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، در سطح پنج درصد انجام شد. پس از آن معادلات رگرسیونی مربوطه تعیین و نتایج به‌دست آمده مورد ارزیابی قرار گرفت.

## نتایج و بحث

عملکرد نسبی دانه گیاه کلزا به‌عنوان تابعی از شوری در مقادیر مختلف نیتروژن خاک در شکل (۱) نشان داده شده است. به‌طور کلی با افزایش شوری، عملکرد نسبی دانه کلزا کاهش و با افزودن نیتروژن به خاک عملکرد افزایش یافت. در تیمار بدون مصرف نیتروژن (حضور فقط نیتروژن بومی خاک)، افزایش شوری تأثیر چندانی بر کاهش عملکرد نسبی نداشت که نشان‌دهنده تأثیر گذارتر بودن عامل کمبود نیتروژن نسبت به شوری می‌باشد.




**شکل ۱- تأثیر شوری بر عملکرد نسبی دانه کلزا در مقادیر مختلف نیتروژن خاک (انحراف معیار = ۲/٤٦)**

Figure 1. The effect of salinity on relative canola grain yield in different soil nitrogen levels (SD=2.46)

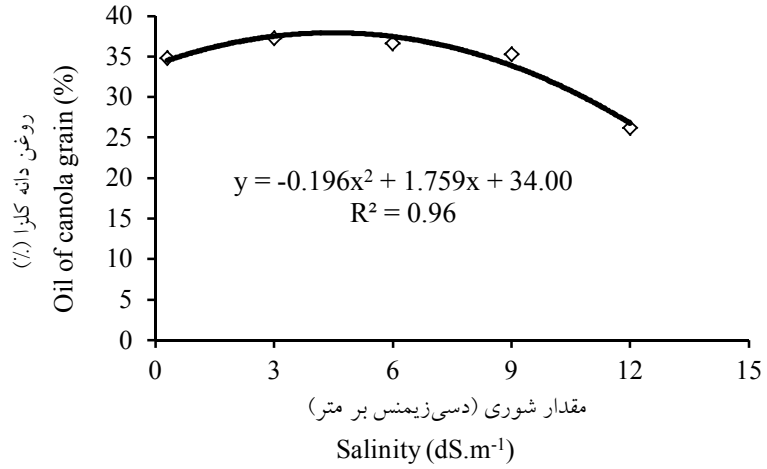


www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۲) اثر شوری بر درصد روغن دانه کلزا را نشان می‌دهد. افزایش شوری تا ۳ دسی‌زیمنس بر متر موجب اندکی افزایش در درصد روغن دانه کلزا گردیده است. کاربرد آب شور با هدایت الکتریکی بیش از ۳ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش غلظت روغن دانه کلزا شد. از دلایل کاهش درصد روغن با افزایش شوری، کاهش جذب نیترات با افزایش غلظت یون کلر (شوری) می‌باشد. زیرا نیتروژن از عناصر کلیدی برای رشد گیاه می‌باشد. هور و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کردند که آب شور با EC کمتر یا مساوی ٦ دسی‌زیمنس بر متر اثری منفی بر پارامترهای عملکرد نداشته و حتی تا شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش درصد روغن می‌شود (۱۳).




**شکل ۲- تأثیر شوری بر غلظت روغن در دانه کلزا.**

Figure 2. The effect of salinity on grain canola oil.

شکل (۳) تأثیر کاربرد نیتروژن بر درصد روغن دانه کلزا را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این شکل نشان داده شده، کاربرد نیتروژن موجب افزایش درصد روغن در تمام مقادیر کاربرد نیتروژن شده است. لیکن با افزایش نیتروژن کاربردی، مقدار افزایش درصد روغن کمتر بود. این امر نشان می‌دهد که کاربرد زیاد نیتروژن، اثر مطلوبی بر افزایش درصد روغن نداشته و حتی ممکن است سبب کاهش آن شود. گزارش شده است که مصرف زیاد نیتروژن به‌ویژه در مراحل گلدهی و لقاح و همچنین دانه بستن کلزا سبب کاهش روغن و افت کیفیت آن می‌شود (۲٦). جکسون (۲۰۰۰) گزارش کرد که رابطه

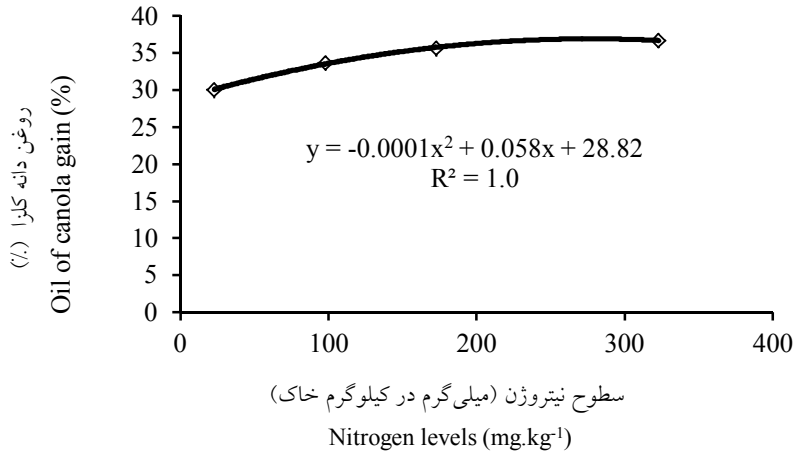


www.SID.ir

Archive of SID



بین مقدار نیتروژن خاک و مقدار روغن در گیاه کلزا از نوع معادله درجه دوم[1] می‌باشد. وی مقدار ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را برای عملکرد مناسب روغن کلزا پیشنهاد کرده است. کاربرد نیتروژن بیش از این مقدار، عملکرد روغن را کاهش داد (۲۰). در آزمایشی دیگر تیلور و همکاران (۱۹۹۱) دریافتند غلظت روغن دانه کلزا با افزایش کاربرد نیتروژن، کاهش یافت، لیکن با توجه به اثر مثبت نیتروژن بر عملکرد دانه کلزا، عملکرد روغن با کاربرد نیتروژن افزایش یافت (٤٤).




**شکل ۳- تأثیر سطوح نیتروژن بر غلظت روغن در دانه کلزا.**

Figure 3. The effect of nitrogen levels on the oil of canola grains.

شکل (٤) اثر شوری بر درصد روغن دانه کلزا در سطوح مختلف نیتروژن کاربردی را نشان می‌دهد. در بیشترین مقدار شوری در این آزمایش (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) کاربرد نیتروژن، حتی به مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، به گونه‌ای قابل توجه درصد روغن دانه کلزا را افزایش داده است. در شوری‌های کمتر از ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر این افزایش اندک می‌باشد.

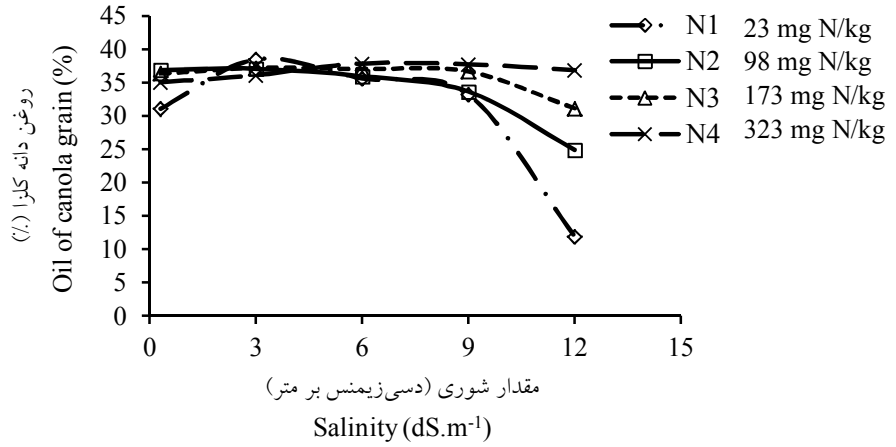
1- Quadratic



www.SID.ir

Archive of SID






**شکل ٤- تأثیر شوری بر غلظت روغن دانه کلزا در سطوح مختلف نیتروژن کاربردی.**

Figure 4. The effect of salinity on oil of canola grains in different nitrogen levels.

همان‌گونه که در شکل (۵) مشاهده می‌شود با افزایش نیتروژن کاربردی، کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن کاهش یافته است. گفته شده است که عکس‌العمل گیاه به کاربرد کود نیتروژن در محدود رفع نیاز گیاه مثبت بوده و با افزایش عملکرد همراه است و در خارج از این محدوده تأثیری بر عملکرد گیاه ندارد (۳۷). همچنین گزارش شده که در سطوح بالای نیتروژن کاربردی، مقدار تلفات نیتروژن بر اثر فراریت، نیترات‌زدایی و آبشویی، به‌علت عدم جذب آن به‌وسیله گیاه افزایش یافته و این موضوع باعث کاهش کارآیی زراعی نیتروژن می‌شود (۲۱). افزایش شوری آب آبیاری نیز سبب شده است تا در همه سطوح کاربرد نیتروژن، کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن با کاهش مواجه شود. آهنگ کاهش کارآیی مصرف نیتروژن برای تولید روغن با افزایش شوری آب آبیاری، در سطوح پایین‌تر کاربرد نیتروژن شدیدتر است. زیرا این سطح از کاربرد نیتروژن، نسبت به دیگر سطوح نیتروژن، بالاترین کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن را داشته است. لیکن، کاربرد بیشتر نیتروژن در این شرایط، شدت افت کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن را کاهش داده است؛ اگرچه در سطوح بالای شوری کاربرد نیتروژن این امر صادق نیست؛ دلیل این مشاهده غالب بودن و محدودکننده تر بودن شوری بالا در مقایسه با عنصر نیتروژن می‌باشد. همچنین آستانه کاهش کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن در شرایط شور به مقدار کاربرد نیتروژن بستگی دارد. همان‌گونه که در شکل (۵) مشاهده می‌گردد در حالی‌که آستانه کاهش کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن در شرایط شور

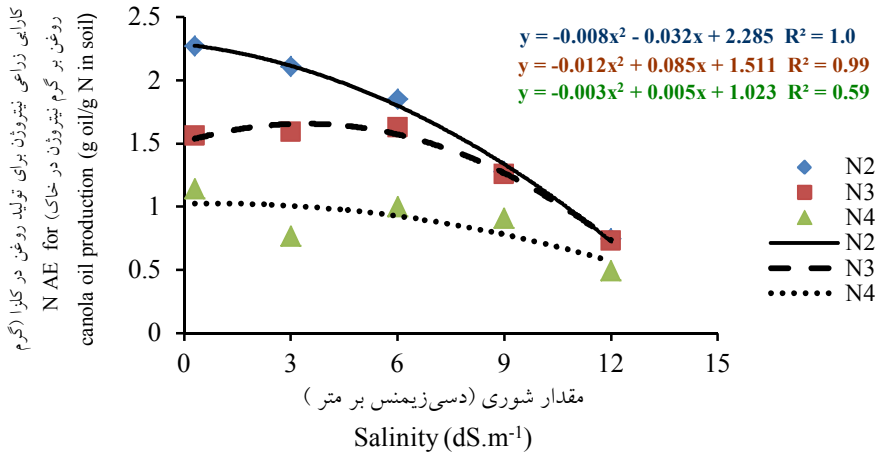


www.SID.ir

Archive of SID



برای سطح اول کاربرد نیتروژن برابر با ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد، کاربرد مقادیر بالاتر نیتـروژن این آستانه را تا ٦ دسی‌زیمنس بر متر افزایش داده است.




**شکل ٥- تأثیر شوری و نیتروژن بر کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن دانه کلزا (انحراف معیار=۰/۵۳)**

Figure 5. The effect of salinity and nitrogen levels on NRF for canola oil production (SD=0.53).

شکل (٦) تأثیر سطوح شوری بر درصد بازیافت ظاهری نیتروژن در دانه کلزا در سطوح مختلف نیتروژن را نشان می‌دهد. برای هر سطح نیتروژن بیشترین بازیافت ظاهری نیتروژن در شوری‌های کم مشاهده گردید. افزایش جذب نیتروژن (شکل ۸) و به دنبال آن کاهش درصد بازیافت ظاهری نیتروژن (شکل ٦) مطابق قانون بازده نزولی است (٤٥) و نشان می‌دهد که با کاربرد مقادیر بیشتر نیتروژن، نیتروژن جذب شده در طول فصل کمتر در بهبود عملکرد (روغن دانه کلزا) نقش داشته است (۷). لیکن با افزایش شوری، درصد بازیافت ظاهری نیتروژن در همه سطوح نیتروژن کاهش یافت. به‌طور کلی، درصد جذب نیتروژن از کود توسط گیاه در شرایط شور از غیر شور کمتر است (۳۸). به احتمال زیاد رقابت یون کلر و سدیم، که از اجزای اصلی آب‌های شور می‌باشند، با یون نیترات و آمونیم سبب کاهش جذب نیتروژن شده است (شکل ۸). با افزایش سطوح نیتروژن از شدت کاهش درصد بازیافت ظاهری نیتروژن، به سبب افزایش توان رقابتی با یون کلر و سدیم آب شور، کاسته شده است (۹، ۳۷). همچنین اعمال مدیریت ویژه به هنگام استفاده از آب شور نیز می‌تواند از دلایل کمتر بودن درصد

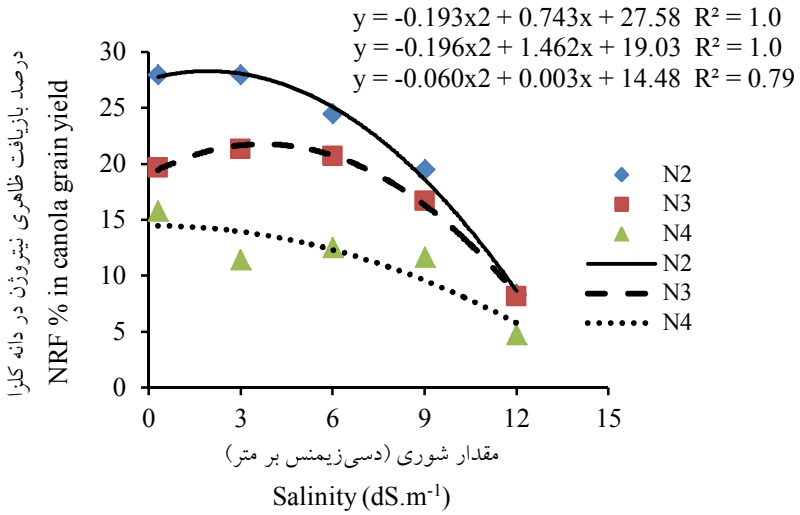


www.SID.ir

Archive of SID



بازیافت ظاهری نیتروژن در این شرایط باشد. برای مثال اعمال برخه آبشویی در شرایط شور می‌تواند به هدر رفت بیشتر نیتروژن از این راه بیانجامد و در نتیجه سبب کاهش درصد بازیافت ظاهری نیتروژن شود. کاهش انتقال نیتروژن از ریشه به اندام‌های هوایی نیز از دلایل کاهش درصد بازیافت نیتروژن در شرایط شور می‌باشد (۳۷). آستانه کاهش درصد بازیافت ظاهری نیتروژن برای شوری آب آبیاری، با افزایش کاربرد نیتروژن، افزایش یافت (شکل ٦).




**شکل ٦- تأثیر شوری و نیتروژن بر درصد بازیافت ظاهری نیتروژن در دانه کلزا (انحراف معیار= ۷/۲۰).**

Figure 6. The effect of salinity and nitrogen levels on NAF in canola grain yield (SD=7.20).

تأثیر برهمکنش کاربرد آب شور و مقادیر مختلف نیتروژن بر کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن در شکل (۷) نشان داده شده است. در شوری‌های کمتر، افزایش نیتروژن کاربردی سبب کاهش کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن گردید. گزارش شده است که در کلزا در مقادیر بالاتر کود نیتروژن، به‌علت بهبود رشد ریشه، ظرفیت جذب عناصر غذایی افزایش می‌یابد و مقدار بیشتری از نیتروژن جذب شده در گیاه باقی‌مانده و کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن کاهش می‌یابد (٤۲). با افزایش شوری آب آبیاری (به‌ویژه در شوری‌های زیاد)، در همه سطوح نیتروژن کاربردی، کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن در دانه گیاه کلزا افزایش یافت. کاهش جذب نیتروژن کل در دانه کلزا، در شوری زیاد، می‌تواند از دلایل این

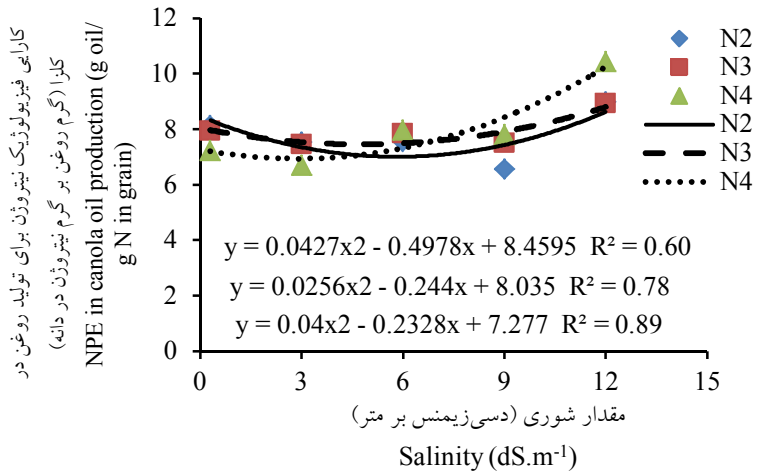


www.SID.ir

Archive of SID

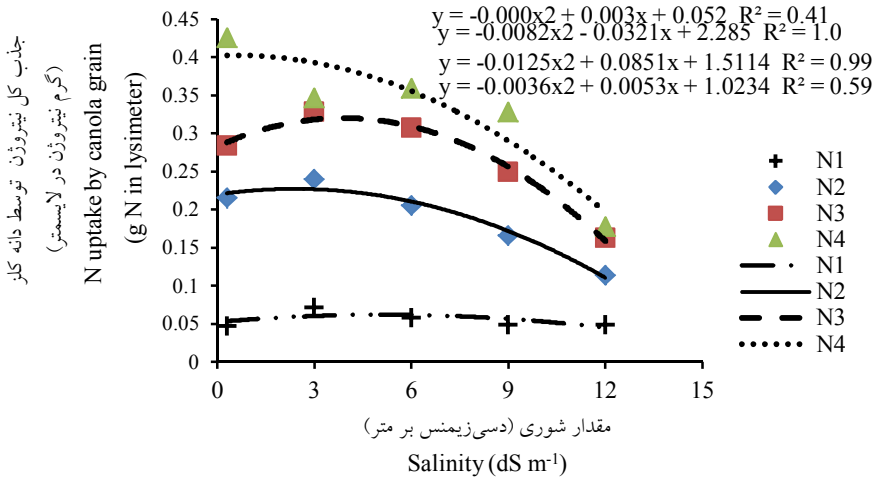


مشاهده باشد که این امر نیز به‌واسطه افزایش غلظت یون کلر است که در شوری‌های بیشتر رخ داده و رقابت بین یون کلر و نیترات را به زیان جذب نیتروژن پیش می‌برد (شکل ۸).




**شکل ۷- تأثیر شوری و نیتروژن بر کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن برای تولید روغن در دانه کلزا (انحراف معیار= ۰/۹۷)**

Figure 7. The effect of salinity and nitrogen levels on NPE for oil production in canola grain (SD=0.97).




**شکل ۸- اثرات متقابل کاربرد آب شور و مقادیر مختلف نیتروژن بر جذب کل نیتروژن توسط دانه کلزا (انحراف معیار= ۰/۱۱)**

Figure 8. Interactive effect of saline water and different nitrogen levels on N uptake by canola grain (SD= 0.11)



www.SID.ir

Archive of SID



## نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی با افزایش شوری، عملکرد نسبی دانه کلزا کاهش و با افزودن نیتروژن به خاک عملکرد افزایش یافت. در بیشترین مقدار شوری کاربرد نیتروژن، به گونه‌ای قابل توجه درصد روغن دانه کلزا را افزایش داد. با افزایش کاربرد نیتروژن و هچنین شوری آب آبیاری، کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن کاهش یافت. آستانه کاهش کارآیی زراعی نیتروژن برای تولید روغن در شرایط شور به مقدار کاربرد نیتروژن بستگی دارد، به‌گونه‌ای‌که برای سطح اول کاربرد نیتروژن (به مقدار ۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) برابر با ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر و در مقادیر بیشتر کاربرد نیتروژن این آستانه تا ٦ دسی‌زیمنس بر متر افزایش داشت. با افزایش شوری، درصد بازیافت ظاهری نیتروژن در همه سطوح نیتروژن کاهش یافت. به احتمال زیاد رقابت یون کلر، که از اجزای اصلی آب‌های شور می‌باشد، با یون نیترات سبب کاهش جذب نیتروژن شده است. اعمال مدیریت ویژه به‌هنگام استفاده از آب شور نیز می‌تواند از دلایل کمتر بودن درصد بازیافت ظاهری نیتروژن در این شرایط باشد. با افزایش شوری (به‌ویژه در شوری‌های بالا)، در همه سطوح کاربرد نیتروژن، کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن در کلزا افزایش یافت. کاهش جذب نیتروژن کل در دانه کلزا می‌تواند از دلایل این مشاهده باشد.

## منابع


1. Ahmadi, M., and Javid Far, F. 1998. Canola Plant Nutrition. Agriculture and Ministry, Tehran, Iran. 194p. (Translated In Persian)
2. Akhtari, A., Homaee, M., and Hoseini, Y. 2014. Modeling plant response to salinity and soil nitrogen deficiency. J. Water and Soil Resour. Conserv,. 3: 4. 33-50. (In Persian)
3. Asadi Kapourchal, S., Homaee, M., and Pazira, E. 2013. Modeling leaching requirement for desalinization of saline soils. J. Water and Soil Resour. Conserv., 2: 2. 65-83. (In Persian)
4. Ali, I.E.A., Kafkafi, U., Yamaguchi, I., Sugimoto, Y., and Inanaga, Sh. 1998. Response of oilseed rape plant to low root temperature and nitrate: ammonium ratios. J. Plant Nutr., 21: 7. 1463-1481.
5. Bar, Y., Apelbaum, A., Kafkafi, U., and Goren, G. 1997. Relationship between chloride and nitrate and its effects on growth and mineral composition of avocado and citrus plants. J. Plant Nutr., 20: 6. 715-731.
6. Barraclouch, P.B. 1989. Root growth, macro-nutrient uptake dynamics and soil fertility requirements of a high-yielding winter oilseed rape crop. Plant Soil., 119: 59-70.




www.SID.ir

Archive of SID



7. Borzouei, A., Kafi, M., Moosavi, M.A., and Khorasani, A. 2012. The effect of salinity and nitrogen fertilizer on wheat yield and nitrogen use efficiency using stable isotopes $^{15}N$. J. Water Res., Agric., 26: 4. 501-517. (In Persian)
8. Botella, M.A., Martinez, V., Nieves, M., and Cerda, A. 1997. Effect of salinity on the growth and nitrogen uptake by wheat seedlings. J. Plant Nutr., 20: 6. 793-804.
9. Curtine, D., Steppuhn, H., and Selles, F. 1993. Plant responses to sulfate and chloride salinity: growth and ionic relations. Soil Sci. Soc. Am. J., 57: 5. 1304-1310.
10. Eskandari, M., Homaee, M., Asadi Kapourchal, S., and Mirnia, S.Kh. 2014. Barley seed germination in NaCl+CaCl2 solution, natural saline water and saline soil. Cereal Res., 3: 4. 335-347. (In Persian)
11. Esmaili, E., Asadi Kapourchal, S., Malakouti, M.J., and Homaee, M. 2008. Interactive Effect of Salinity and Two Nitrogen Fertilizers on Growth and Composition of Sorghum. Plant Soil Environ., 56: 12. 537-546.
12. Esmaili, E., Homaee, M., and Malakouti, M.J. 2005. Interactive effect of salinity and nitrogen fertilizers on growth and composition of sorghum. Iran. J. Soil Water Sci., 19: 1. 131-144. (In Persian)
13. Hever, B., Ravina, I., and Davidow, S. 2005. Seed yield, oil content, and fatty acid composition of stock (*Matthiola incana*) under saline condition. Aust. J. Agric. Res., 56: 45-47.
14. Homaee, M. 2002. Plant Response to Salinity. Iranian national committee on irrigation and drainage (IRNCID) Press 97p. (In Persian)
15. Hosseini, Y., Homaee, M., Karimian, N.A., and Saadat, S. 2009. Modeling of Canola Response to Combined Salinity and Nitrogen Stresses. J. Sci. Technol. Agric. Natu. Resour., (Water and Soil Sci.,) 12: 46. 721-735. (In Persian)
16. Hosseini, Y., Homaee, M., and Saadat, S. 2009. The Effects of Phosphorus and Salinity on Growth, Nutrient Concentrations, and Water Use Efficiency in Canola (*Brassica napus* L.). Agr. Res., 9: 5. 1-18.
17. Hosseini, Y., Homaei, M., Karimian, N., and Saadat, S. 2014. Effect of salinity and boron on seed germination and emergence of canola (*Brassica napus* L.). Environ. Stress. Crop Sci., 7: 1. 79-91. (In Persian)
18. Hosseini, S., Jalali, V.R., and Homaee, M. 2015. Macroscopic Simulation of Durum Wheat Response to Salinity on Vegetative Growth Stages. Cereal Res., 4: 4. 319-331. (In Persian)
19. Hu, Y., and Schmidhulter, U. 1997a. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat. II. Composition. J. Plant Nutr., 20: 9. 1169-1182.
20. Jackson, G.D. 2000. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. Agr. J., 92: 644-649.
21. Jafari, N., Esfehani, M., Fallah, A.R., Mohsen Abadi, Gh.R., and Kafi Ghasemi, A. 2013. Effects of Urea, Zinc Sulphate Fertilizers and Azotobacter and



www.SID.ir

Archive of SID



Azospirillum Inoculant Application on Grain Yield and Nitrogen Use Efficiency of Rapeseed (*Brassica Napus* L.). Iran. J. Field Crop Sci. (Iran. J. Agri. Sci.,). 43: 4. 551-560. (In Persian)

22. Jalali, V.R., Homaee, M., and Mirnia, S.Kh. 2007. Effects of different Salinity levels in the Growing Medium on Germination and seeding growth of Canola (*Brassica Napus* L.). Iran. J. Soil Waters Sci., 21: 2. 209-217. (In Persian)
23. Jalali, V.R., Homaee, M., and Mirnia, S.Kh. 2008a. Modeling Canola Response to Salinity in Productive Growth Stages. J. Sci. Technol. Agri. Nat. Resour., (Water and Soil Sci.), 12: 44. 111-122. (In Persian)
24. Jalali, V.R., Homaee, M., and Mirnia, S.Kh. 2008b. Modeling Canola Response to Salinity on Vegetative Growth stages. J. Agric. Engin. Res., 8: 4. 95-112. (In Persian)
25. Jalali, V.R., and Homaee, M. 2010. Modeling the effect of salinity application time of root zone on yield of canola (*Brassica napus* L.). Agric. Crop Manage., 12: 1. 29-40. (In Persian)
26. Khadem Hamzeh, H.R. 1997. Fertility Management in Canola Production. Fars Agricultural and Natural Resources Research Center. Tehran, Iran.
27. Khademi, Z., Rezaee, H., and Mahajer Millani, P. 2000. Optimum Nutrition in Canola. Agricultural Ministry, Tehran, Iran. (Translated In Persian)
28. Kafkafi, U., Valoras, N., and Letey, J. 1982. Chloride interaction with nitrate and phosphate nutrition in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). J. Plant Nutr., 5: 12. 1369-1385.
29. Maas, E.V., and Hoffman, G.J. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. J. Irrig. Drain. Div. Am. Soc. Civil Eng., 103IR2: 115-134.
30. Maas, E.V., and Grattan, S.R. 1999. Crop yields as affected by salinity. P 55-108, In: M. Passarakli (ed) Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc., New York.
31. Manchanda, H.R., Shamra, S.K., Shamra, D.K., and Bhandari, D.K. 1982. Response of barley and wheat to Phosphorus in the presence of chloride and sulphate salinity. Plant Soil., 66: 233-241.
32. Mohamadzadeh, M., Homaee, M., and Pazira, E. 2013. A practical model for reclamation of saline and sodic soils. J. Water Soil Res. Conserv., 3: 1. 43-59. (In Persian)
33. Mostafavirad, M. 2013. Study of seed yield and seed macro elements content of three winter rapeseed varieties as affected by different nitrogen sources. Electronic J. Crop Prod., 6: 1. 109-123. (In Persian)
34. Noroozi, A.A., Homaee, M., and Farshad, A. 2014. Estimating Topsoil Salinity from LANDST Data: A Comparison between Classic and Spatial Statistics. J. Range Watershed Manage., 66 (4): 609-620. (In Persian)
35. Nouri, M., Homaee, M., and Bybordi, M. 2014. Quantitative assessment of LNAPLs retention in soil porous media. Soil Sediment Contam., 23: 801-819.



www.SID.ir

Archive of SID



36. Pansu, M., and Gautheyrou, J. 2006. Handbook of Soil Analysis, Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer Pub. 993p.
37. Parsa, S., Kafi, M., and Nassiri, M. 2009. Effect of salinity and nitrogen levels on nitrogen content of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Iran. J. Field Crops Res. 7(2): 347-355. (In Persian)
38. Rahman S.M., Khalil, M.I., and Ahmed, M.F. 1995. Yield-water relations and nitrogen utilization by wheat in salt-affected soils of Bangladesh. Agri. Water Manage., 28: 49-56.
39. Rasouli, S.F., Galeshi, S., Pirdashti, H., and Zeinali, E. 2014. Evaluation of waterlogging stress effect on yield and yield components of rapeseed. Electronic J. Crop Prod., 7(2): 23-41. (In Persian)
40. Saadat, S., and Homaee, M. 2015. Modeling Sorghum Response to Salinity at Germination Stage. J. Water Res. Agric., 28: 3. 503-516. (In Persian)
41. Saadat, S., Homaee, M., and Liaghat, A.M. 2005. Effect of soil solution salinity on the germination and seedling growth of sorghum plant. Iran. J. Soil Waters Sci., 19 (2): 243-254. (In Persian)
42. Sabahi, H., and Ghalavand, A. 2005. Comparison of nitrogen uptake, N use efficiency and N loss at organic, integrated and conventional fertilizer systems in canola (*Brassica napus* L.). J. Environ. Sci., 6: 15-28.
43. Saraee Tabrizi, M., Babazadeh, H., Homaee, M., Kaveh, F., and Parsinejad, M. 2015. Simulating Basil Response to Irrigation Water Salinity. J. Water Res. Agric., 28: 4. 691-701. (In Persian)
44. Taylor, A.J., Smith, C.J., and Wilson, I.B. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola *(Brassica napus* L.). Fertilizer Res., 29: 249-260.
45. Yazdani Biouki, R., Bannayan Aval, M., Sodaeeizadeh, H., and Khazaei, H.R. 2014. Effect of different levels of chemical and organic nitrogen on economic yield and nitrogen use efficiency of wild majoram (*Origanum vulgare* L.) under climatic conditions of Yazd and Mashhad. Agric. Ecosys., 1: 1-11. (In Persian)



www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir