

## تأثیر زهکشی سطحی و سطوح مختلف کود نیتروژنه بر

### درصد روغن، پروتئین و عملکرد کلزا

فاطمه سلحشور دلیوند، علی حسین‌زاده دلیر، احمد فاخری‌فرد، مسعود کاوسی، محمدرضا یزدانی و ناصر دواتگر\*

\* به ترتیب دانشجوی سابق کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه تبریز، نشانی: رشت، آب منطقه‌ای گیلان، معاونت بهره‌برداری و امور مشترکین،

گروه حفاظت و بهره‌برداری از آب‌های سطحی، ص. پ. ۱۱۵۳-۴۱۳۴۵، تلفن: ۲۹-۶۶۶۹۰۲۱-۰۱۳۱، پیام نگار: ph\_salahshoor@yahoo.com

استادیاران گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز؛ و اعضای هیئت علمی موسسه تحقیقات برنج کشور

تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۱۲/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۰/۲۳

### چکیده

در شالیزارهای شمال کشور به منظور بررسی تأثیرات زهکشی و کود نیتروژنه بر عملکرد و روغن کلزا پژوهشی در مزرعه آزمایشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) به صورت اسپیلیت پلات بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی با کشت رقم Hyola 308 در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل زهکشی و کود نیتروژنه بود: زهکشی در سه سطح (۱- بدون زهکش، ۲- زهکش سطحی با فاصله ۲ متر و عمق متوسط ۱۵ سانتی‌متر، ۳- زهکش سطحی با فاصله ۴ متر و عمق متوسط ۱۵ سانتی‌متر با جویچه‌های عرضی به فاصله ۱ متر با عمق متوسط ۷ سانتی‌متر) و کود نیتروژنه در چهار سطح (۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار که به صورت ۱/۳، ۱/۲، ۱/۳ تقسیم شد). نتایج نشان داد که، زهکشی باعث افزایش عملکرد دانه، درصد روغن، برداشت نیتروژن، کارایی باز یافت نیتروژن، و کارایی زراعی به ترتیب و به میزان ۹۴/۳۳ تا ۹۷/۸۲ درصد، ۲/۴۷ تا ۳/۸۸ درصد، ۹۶/۵۵ تا ۱۰۳/۵۰ درصد، ۸۸/۰۱ تا ۱۲۵/۳۰ درصد، و ۱۰۴/۶۹ تا ۱۶۷/۱۸ درصد می‌شود اما درصد پروتئین دانه به میزان ۴/۲۱ تا ۹/۷۶ درصد کاهش می‌یابد. کود نیتروژنه نیز باعث افزایش عملکرد اقتصادی، درصد پروتئین، و برداشت نیتروژن به ترتیب به میزان ۱۹۹/۰۸ تا ۲۳۹/۶۰ درصد، ۵/۳۱ تا ۷/۶۰، و ۲۳۳/۲۶ تا ۲۹۲/۴۴ درصد می‌شود. اما با افزایش کود نیتروژنه درصد روغن، کارایی باز یافت نیتروژن، و کارایی زراعی به ترتیب و به میزان ۰/۷۴ تا ۳/۳۵ درصد، ۱۰/۲۴ تا ۲۴/۷۷ درصد، و ۱۱/۳۹ تا ۲۱/۸۴ درصد کاهش می‌یابد. به طور کلی در خاک‌های سنگین شالیزاری، مناطق با بارندگی بالا با در نظر گرفتن کلیه جوانب (مسائل زیست محیطی، شرایط خاک، سهولت اجرا، هزینه، و ...) می‌توان زهکش ۴ متری را با حداقل ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار پیشنهاد کرد.

### واژه‌های کلیدی

روغن، زهکشی سطحی، کلزا، کود نیتروژنه

### مقدمه

دارد. با این حال تاکنون طرح‌های گوناگون برای استفاده مجدد از شالیزارها به ویژه در استان گیلان با استقبال مواجه نشده است زیرا بارندگی‌های شدید و مداوم در نیمه دوم سال، تجمع آب باران در مزارع و نیز حساسیت اکثر گیاهان کشت دوم به غرقاب بودن زمین و دلایل دیگر از جمله مسائل اقتصادی مشکلاتی را پیش روی کشاورزان نهاده است. متوسط میزان بارندگی سالیانه در استان

طبق آمار موجود، مصرف سرانه روغن خوراکی در ایران ۱۶ کیلوگرم در سال برآورد شده است که بیش از ۹۱ درصد نیاز داخلی (حدود یک میلیون تن در سال) از طریق واردات تأمین می‌شود (Dehshiri, 1999). برای جبران بخشی از این واردات کشت دوم در شالیزارهای شمال کشور به عنوان یکی از راهکارها در دستور کار قرار

مناسب برای کشت دوم در استان گیلان پیشنهاد کرده‌اند، به شرط آن که مشکل غرقاب بودن زمین‌ها حل شود. شریعت احمدی (Shariat Ahmadi, 2004) و فرزام‌صفت (Farzamsefat, 2004) بر اساس پژوهش‌های خود اعلام کرده‌اند که دو روز غرقابی در خاک‌های سنگین شالیزاری استان گیلان (۵۶ درصد رس) کاهش در عملکرد کلزا ایجاد نمی‌کند. گاردنر و همکاران (Gardner *et al.*, 1994) اثر زهکشی زیرزمینی را در کشت گندم، تریتیکاله، و کلزا در روش‌های مختلف مدیریت خاک آزمایش و مشاهده کردند که زهکشی، عملکردها را بین ۲ تا ۴ تن در هکتار افزایش می‌دهد. یزدانی (Yazdani, 2000) فواصل مختلف زهکش‌های سطحی (۲، ۴، ۶، ۸، و ۱۰ متر) را در دو حالت بود یا نبود جویچه‌های عرضی در گیلان آزمایش و اعلام کردند که بهترین عملکرد مربوط به تیمار فواصل ۴ متری با داشتن جویچه‌های عرضی است. حقیقت‌نیا (Haghighatnia, 2003) افزایش عملکرد کلزا را با افزایش میزان کود نیتروژن تا ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار گزارش کرده است. زلفی‌باوریانی و ملکوتی (Zolfi Bavaryani & Malakoti, 2003)، افزودن ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را برای دستیابی به عملکرد بالاتر دانه و روغن پیشنهاد کرده‌اند.

هدف از این پژوهش، تخمین سطح بهینه زهکشی سطحی و مشخص کردن بهترین مقدار کود نیتروژن برای کشت کلزا در شالیزارهاست.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه از مهر ۱۳۸۳ تا خرداد ۱۳۸۴ در اراضی موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا شد. آزمایش به صورت دیم با استفاده از رقم 308 Hyola از

گیلان بر مبنای میانگین ده ساله، ۱۳۱۹ میلی‌متر است که در حدود ۶۵ درصد آن در نیمه دوم سال باریده می‌شود. متوسط دما نیز ۱۵/۹ درجه سانتی‌گراد است. خارج نشدن آب‌های اضافه سطحی از طریق زهکشی طبیعی به دلیل سنگینی بافت خاک‌های شالیزاری استان گیلان (عموماً لوم رسی یا رسی)، گلخراپی<sup>۱</sup> به منظور کشت برنج و شیب کم شالیزارها از عوامل اصلی تجمع آب باران در این اراضی است. به دلیل سنگینی بافت این خاک‌ها زهکشی زیرزمینی به شدت پرهزینه است و ناگزیر زهکش سطحی با هدف جریان دادن آب در سطح زمین و جلوگیری از نفوذ تمامی آب باران به داخل خاک تنها راه باقی مانده خواهد بود. از طرفی، در صورت اجرای عملیات زهکشی، آبشویی عناصر غذایی نظیر نیتروژن بر اثر جریان زه‌آب افزایش خواهد یافت. تأمین این عنصر کلیدی در شرایط زهکشی برای گیاه می‌تواند نقش مهمی در عملکرد داشته باشد. شواهد نشان می‌دهد که در مناطق با بارندگی بالا اگر حالت غرقابی ایجاد نشود با عملیات زراعی مناسب، عملکرد محصولات می‌تواند از نواحی با بارندگی کم بیشتر باشد (Blott & Knight, 2001).

کلزا پس از سویا دومین گیاه روغنی یکساله جهان است که برای استحصال روغن خوراکی آن کشت می‌شود (Arshi, 1992) و به راحتی در تناوب با غلات قرار می‌گیرد. این گیاه دارای ۴۰ تا ۴۸ درصد روغن در دانه و ۳۸ تا ۴۵ درصد پروتئین در کنجاله است (Sheranirad & Dehshiri, 2002). درصد روغن و پروتئین کلزا تحت کنترل پارامترهای ژنتیکی است، اما مقدار این دو ترکیب (روغن و پروتئین) به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Mohsen abadi *et al.*, 2001). نیپون کویی ژاپن (Anon, 1972) کلزا را یکی از گیاهان

شیمیایی خاک در جدول ۱ آمده است. از ویژگی‌های این منطقه پایین بودن سطح آب زیرزمینی (حدود ۸ تا ۱۰ متر) و وجود حالت غرقابی در لایه‌های سطحی خاک (تا عمق ۲ متر) در اثر بارندگی و آبیاری است (Mohammadi, 1970).

کشور کانادا به صورت اسپیلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رسی (سیلت ۴۹ درصد، رس ۴۴ درصد و شن ۷ درصد) با وزن مخصوص ظاهری ۱/۱۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. سایر خصوصیات

جدول ۱- مشخصات شیمیایی خاک محل آزمایش

| پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | نیتروژن کل (درصد) | کربن آلی (درصد) | CEC (میلی‌اکی والان بر ۱۰۰ گرم) | اسیدیته گل اشباع pH | EC×10 <sup>3</sup> (دسی زیمنس بر متر) |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| ۲۲۴                                   | ۲۶/۷                                | ۰/۲۰۴             | ۱/۹۰            | ۳۱                              | ۷/۶۴                | ۰/۶۳                                  |

برای اندازه‌گیری درصد روغن از روش سوکسله استفاده شد که مبنای کار آن جدا کردن روغن از نمونه به کمک حلال است (Hoseini, 1990). درصد پروتئین با اندازه‌گیری درصد نیتروژن دانه و ضرب کردن این مقدار در عدد ۶/۲۵ محاسبه شد (Dehshiri, 1999). برای تعیین مقدار نیتروژن دانه نیز بافت‌های گیاهی به وسیلهٔ متد طرح با استفاده از اسید سالیسیک، اسید سولفوریک و آب اکسیژنه هضم و سپس با استفاده از دستگاه کجلتک<sup>۱</sup> درصد نیتروژن دانه اندازه‌گیری شد (Kaling et al., 1982). عملکرد روغن و عملکرد پروتئین از حاصل ضرب درصد روغن و درصد پروتئین در عملکرد دانه به دست آمد. برای تعیین کارایی بازیافت نیتروژن توسط اندام‌های هوایی گیاه اختلاف نیتروژن جذب شده در مرحلهٔ رسیدگی بین تیمار شاهد و هر یک از تیمارهای کودی نیتروژن و در هر تکرار به طور جداگانه محاسبه و کارایی بازیافت از نسبت بین افزایش نیتروژن جذب شده بر میزان کود مصرفی در همان تیمار محاسبه شد (Stutterheim et al., 1994). برای محاسبهٔ کارایی زراعی

فاکتورهای آزمایشی شامل زهکشی در سه سطح (۱- بدون احداث نهرهای زهکشی تنها با گشودن خروجی کرت‌های شالیزاری ۲- ایجاد نهرهای زهکش سطحی با فاصلهٔ ۲ متر، عمق متوسط ۱۵ سانتی‌متر و عرض ۳۰ سانتی‌متر ۳- ایجاد نهرهای زهکش سطحی با فاصلهٔ ۴ متر، عمق متوسط ۱۵ سانتی‌متر و عرض ۳۰ سانتی‌متر با جویچه‌های عرضی به فاصلهٔ ۱ متر تا عمق متوسط ۷ سانتی‌متر) و فاکتور کود نیتروژنه در چهار سطح (صفر، ۱۵۰، ۲۰۰، و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره بود که در سه قسمت مساوی در زمان کاشت، خارج شدن از روزت، و دورهٔ غنچه‌دهی داده شد). پلات اصلی (زهکشی) به ابعاد ۴×۱۰ متر و پلات‌های فرعی (کود نیتروژنه) به ابعاد ۲/۵×۴ متر اجرا شد. محصول در تاریخ اول خرداد ۸۴ (۲۱۰ روز پس از کاشت) برداشت شد. صفت‌های عملکرد دانه، درصد روغن، درصد پروتئین، عملکرد روغن، عملکرد پروتئین، برداشت نیتروژن توسط اندام‌های هوایی گیاه، کارایی بازیافت نیتروژن، و کارایی زراعی اندازه‌گیری شد.

1- Kjelttek

(Cannel & Belford, 1980)، لئول و ژو (Zhou & Lin, 1995)، ژو و لین (Leul & Zhou, 1998)، شریعت‌احمدی (Shariat ahmadi, 2004) و فرزام‌صفت (Farzamsefat, 2004) به اثبات رسیده است. نتایج تحقیقات جانستون و اسکات (Johnston & Scott, 1998) و گاردنر و همکاران (Gardner *et al.*, 1994) روی زهکش‌های زیرزمینی نشانگر آن است که وجود زهکش، در مقایسه با وقتی که وجود نداشته باشد، باعث افزایش عملکرد می‌شود. بنابراین، نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر با پژوهش‌های قبلی مطابقت داشته و علت داشتن عملکرد بالاتر در تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری نسبت به تیمار بدون زهکش را می‌توان به خروج بهتر و سریع‌تر آب از منطقه رشد ریشه و تنفس هوایی ریشه‌ها نسبت داد.

بین سطوح مختلف کود نیتروژنه نیز در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها دیده شد، به طوری که تیمارهای ۱۵۰، ۲۰۰، و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمار بدون کود عملکرد دانه را به ترتیب ۳/۰۰، ۳/۳۳ و ۳/۴۰ برابر افزایش داده‌اند (شکل ۲). نتایج پژوهش‌های بای‌بوردی (Bybordi, 2003)، حقیقت‌نیا (Haghighatnia, 2003)، و جعفرنژادی و گلچین (Jafarnejadi & Golchin, 2003) نشان می‌دهد که با کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه عملکرد دانه افزایش می‌یابد. در این پژوهش نیز همان گونه که مشاهده می‌شود نتایج حاصل با دستاوردهای قبلی مطابقت دارد.

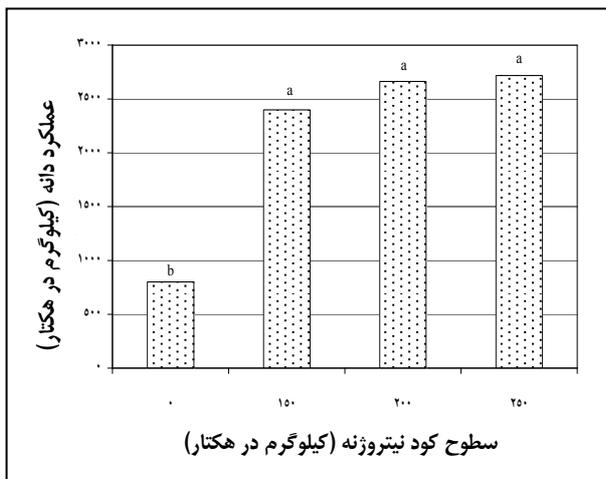
نیتروژن، اختلاف عملکرد دانه بین تیمار شاهد و هر یک از تیمارهای کودی برای هر تکرار به طور جداگانه محاسبه و نسبت افزایش عملکرد دانه در هر تیمار به میزان کود نیتروژن مصرفی در همان تیمار محاسبه شد (Ghobrial, 1980). در رسم نمودارها و محاسبه‌های آماری از نرم‌افزارهای MSTAT-C، Excel و SPSS استفاده و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون LSD و نیز آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

## نتایج و بحث

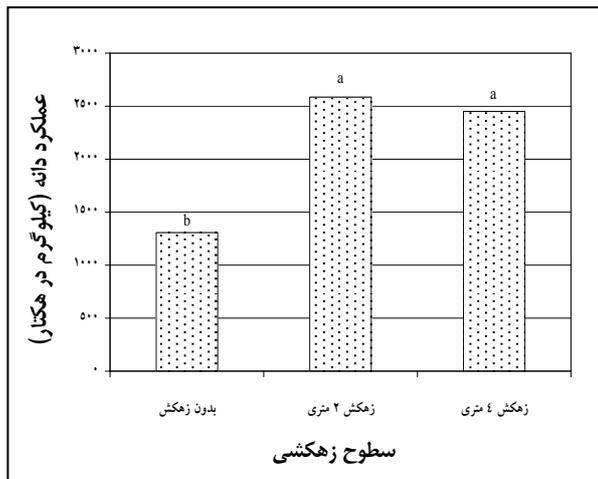
### عملکرد دانه

تجزیه واریانس عملکرد گیاهان نشان داد که بین سطوح زهکشی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد به گونه‌ای که تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری در یک گروه قرار گرفته و نسبت به تیمار بدون زهکش به ترتیب ۱/۹۸ و ۱/۸۷ برابر عملکرد دانه را افزایش داده‌اند (شکل ۱).

پژوهش‌های گاریتی و پرنیتو (Garrity & Pernito, 1996) روی لوبیا و هاگسن و مک لود (Hodgson & Macleod, 1987) که به اثر دوام غرقاب بر عملکرد گیاهان مختلف پرداخته‌اند، نشان می‌دهد که افزایش حالت غرقابی باعث کاهش عملکرد در گیاهان می‌شود. در مورد گیاه کلزا نیز کاهش عملکرد در اثر افزایش مدت زمان غرقابی بودن خاک، در تحقیقات گویتزبوم و همکاران (Gutierrez Boem *et al.*, 1996)، کانل و بلفورد



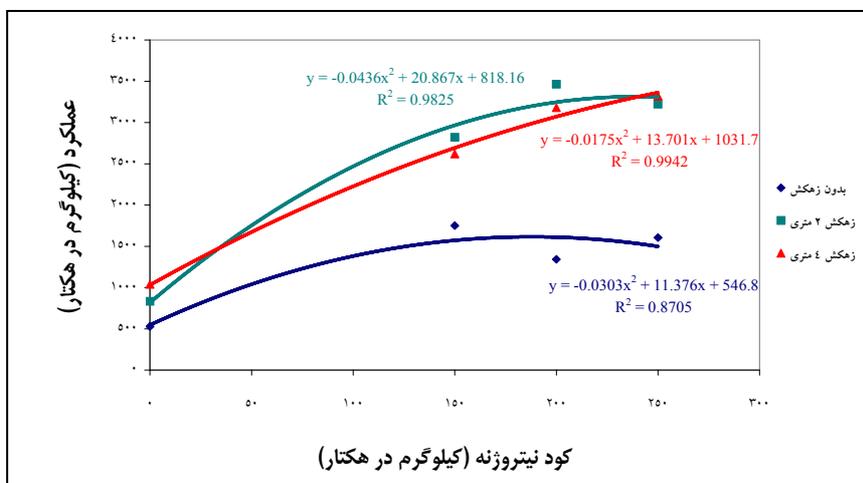
شکل ۲- عملکرد دانه در تیمارهای مختلف کود نیتروژنه



شکل ۱- عملکرد دانه در تیمارهای مختلف زهکشی

(شکل ۳). همان گونه که در شکل ۳ دیده می‌شود، در حالتی که کود مصرف نشود و همچنین در حالتی که حداکثر کود مصرف شود، زهکش ۴ متری عملکرد بیشتری نسبت به دو تیمار دیگر زهکشی داشته است و روند افزایشی تیمار زهکش ۴ متری که تقریباً حالت خطی دارد، نشانگر آن است که می‌توان در مقادیر بالاتر کود به عملکردهای بیشتر نیز دست یافت که این امر به دلیل کودپذیری بالای گیاه کلزا دور از انتظار نخواهد بود (Sheranirad & Dehshiri, 2002 ; Russell, 1999).

اثر متقابل زهکشی و کود نیتروژنه نیز اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد نشان می‌دهد. در مجموع، بیشترین عملکرد مربوط به تیمار زهکش ۲ متری با مقدار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۳۴۶۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار بدون زهکش و بدون کود به میزان ۵۲۸/۹ کیلوگرم در هکتار است. به بیان دیگر، کاربرد کود نیتروژنه و زهکشی با هم، در مقایسه با زمانی که از این دو فاکتور استفاده نشود، عملکرد را حدود ۶/۵ برابر افزایش می‌دهد

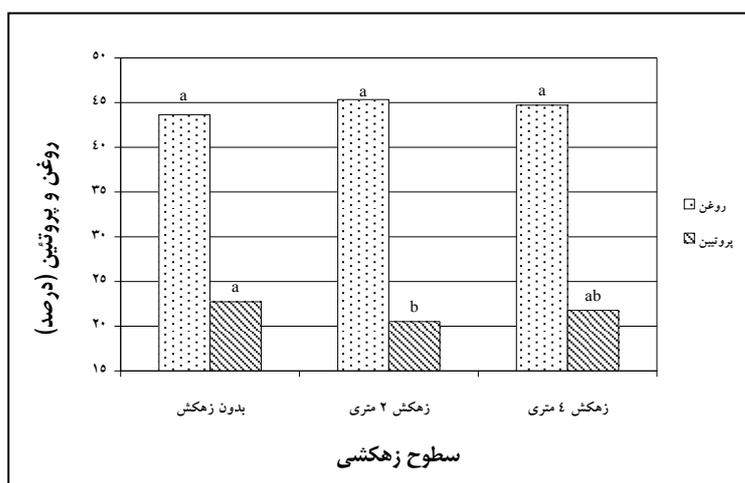


شکل ۳- اثر نیتروژن بر عملکرد دانه در شرایط مختلف زهکشی

## درصد روغن و پروتئین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین تیمارهای زهکشی از نظر درصد روغن و درصد پروتئین اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، اما تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری نسبت به تیمار بدون زهکش روغن را به ترتیب ۳/۸۸ و ۲/۴۷ درصد افزایش و پروتئین را به ترتیب ۹/۷۶ و ۴/۲۱ درصد کاهش داده‌اند (شکل ۴). شریعت‌احمدی (2004) و فرزام‌صفت (Farzamsefat, 2004) نشان دادند که مرحله پر شدن دانه‌ها از نظر درصد روغن حساس‌ترین مرحله گیاه کلزا در

مقابل حالت غرقاب زمین است، که با افزایش مدت زمان غرقابی بودن، درصد روغن به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. این پژوهشگران افزایش معنی‌دار درصد روغن را با پایین رفتن عمق سطح ایستایی گزارش کرده‌اند. همچنین محققان نشان داده‌اند نشان داده‌اند که ماندابی بودن زمین به مدت ۷ روز در دوره پر شدن دانه‌ها مقدار روغن را کاهش می‌دهد (Anon, 2001a). محسن‌آبادی و همکاران (Mohsenabadi *et al.*, 2001) با افزایش میزان آبیاری، افزایش درصد روغن و کاهش درصد پروتئین را گزارش کرده‌اند.

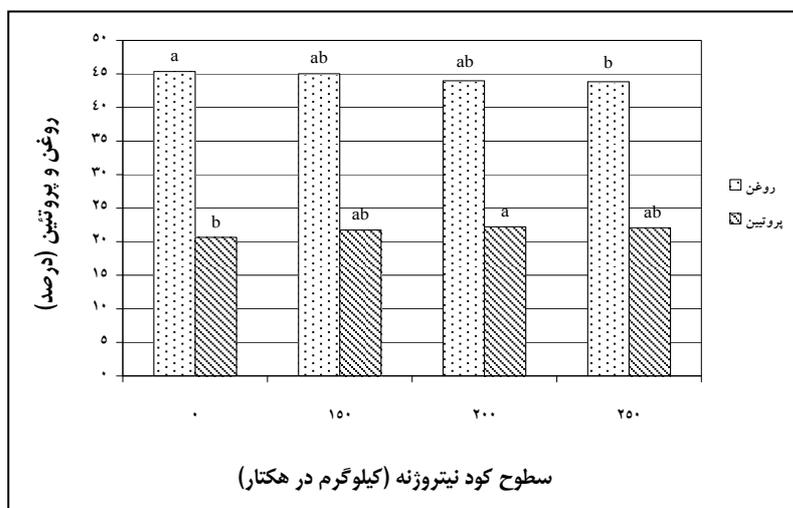


شکل ۴- درصد روغن و درصد پروتئین در تیمارهای مختلف زهکشی

بین تیمارهای کود نیتروژنه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری برای این دو صفت دیده نمی‌شود اما تیمارهای کودی ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کمترین درصد نسبت به تیمار بدون کود روغن را به ترتیب ۰/۳۳، ۰/۳۸، ۱/۵۲ و ۱/۴۴ درصد کاهش و پروتئین را ۰/۷۳، ۱/۵۷، و ۱/۴۴ درصد افزایش داده‌اند (شکل ۵). در پژوهش‌های متعدد گزارش شده است که با افزایش میزان کود نیتروژنه درصد روغن کاهش و درصد پروتئین افزایش می‌یابد (Russell, 1999; Azizi *et al.*, 1999; Mohsenabadi

et al., 1999 & Anon, 2001b)، بنابراین انتظار می‌رود که در میزان ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کمترین درصد روغن و بالاترین درصد پروتئین به دست می‌آید. در شکل ۵ می‌بینیم که بیشترین درصد پروتئین از افزودن ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمده است، که دلیل آن را می‌توان به داشتن عملکرد بیولوژیک بالاتر در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مربوط دانست که باعث توزیع نیتروژن شده و بنابراین نیتروژن کمتری در دانه باقی‌مانده است.

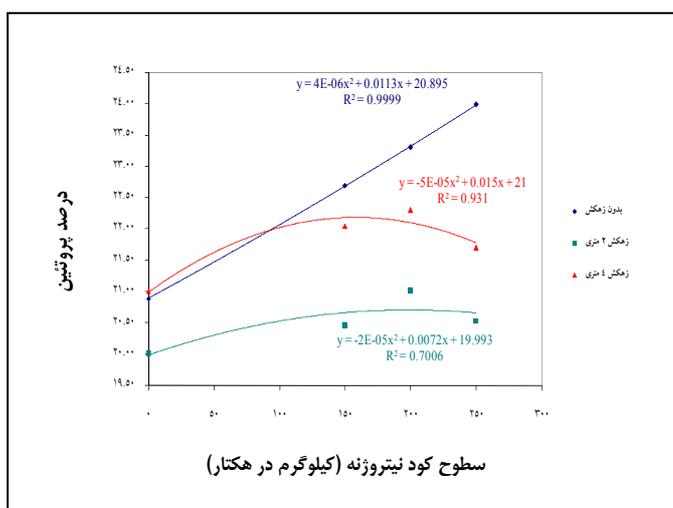
تأثیر زهکشی سطحی و سطوح مختلف کود نیتروژنه بر ...



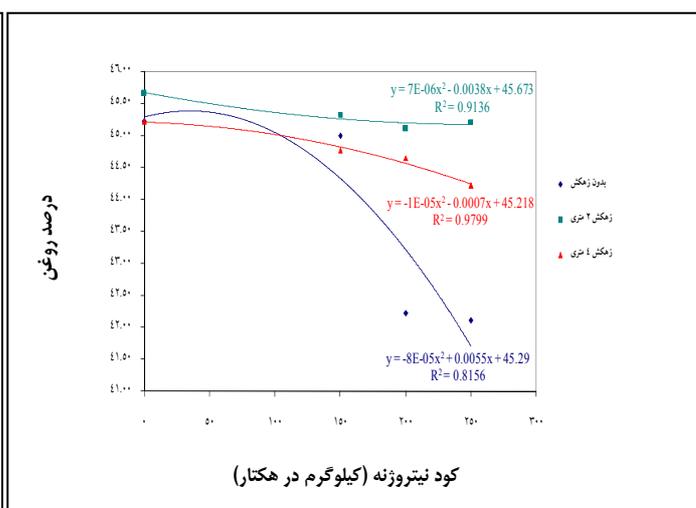
شکل ۵- درصد روغن و درصد پروتئین در تیمارهای کود نیتروژنه

و با ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار روغن را به میزان ۳/۵۶ درصد افزایش داده است. بیشترین مقدار پروتئین دانه مربوط به تیمار بدون زهکش با ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۲۳/۹۹ درصد و کمترین آن متعلق به تیمار زهکش ۲ متری و بدون کود نیتروژنه با ۲۰/۰۱ درصد است (شکل ۷).

اثر متقابل زهکشی و کود نیتروژنه نشان می‌دهد بیشترین مقدار روغن مربوط به تیمار زهکش ۲ متری و بدون کود نیتروژنه با ۴۵/۶۷ درصد و کمترین آن متعلق به تیمار بدون زهکش و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۴۲/۱۱ درصد است (شکل ۶). به عبارت دیگر تیمار زهکش ۲ متری و بدون کود نسبت به تیمار بدون زهکش



شکل ۷- اثر نیتروژن بر درصد پروتئین در شرایط مختلف زهکشی



شکل ۶- اثر نیتروژن بر درصد روغن در شرایط مختلف زهکشی

می‌کند و میزان این عنصر در خاک کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، با اضافه کردن کود نیتروژنه مقدار نیتروژن بالا می‌رود و بنابراین توازن این دو عنصر عملاً به هم می‌خورد. اما در وضعیتی که زهکشی اجرا شود با تخلیهٔ رطوبت اضافی، گوگرد حالت پایدارتری پیدا می‌کند و در نتیجه می‌توان انتظار داشت که با اضافه شدن کود نیتروژنه تغییر آنچنانی در نسبت N/S ایجاد نشود.

### عملکرد روغن و پروتئین

تجزیهٔ واریانس‌ها نشان می‌دهد که از نظر عملکرد روغن و پروتئین به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد بین تیمارهای زهکشی اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به گونه‌ای که تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری، نسبت به تیمار بدون زهکش، به ترتیب ۲/۰۶ و ۱/۹۹ برابر عملکرد روغن و ۲/۰۲ و ۱/۹۷ برابر عملکرد پروتئین را افزایش داده‌اند (جدول ۲).

کاهش درصد روغن و افزایش درصد پروتئین با افزایش میزان کود نیتروژنه در هر سه تیمار زهکشی دیده می‌شود، اما در منحنی مربوط به تیمار بدون زهکش این مسئله شدیدتر است. از لحاظ درصد روغن، تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری وضعیت بهتری نسبت به تیمار بدون زهکش دارند، یعنی توانسته‌اند با افزایش میزان کود کاهش درصد روغن را ناچیز کنند؛ روند تغییرات در آنها بسیار نزدیک به حالت خطی است. در تیمار بدون زهکش، با افزایش کود نیتروژنه تا میزان ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش درصد روغن جزئی بوده است اما پس از آن با افزایش میزان کود نیتروژنه این صفت با سرعت بیشتری افت می‌کند. شاید بتوان دلیل مسئله را این‌گونه بیان کرد که یکی از عوامل موثر بر میزان روغن، نسبت نیتروژن به گوگرد (N/S) است (Anon, 2001c). در حالتی که زهکشی اجرا نشود به دلیل وجود رطوبت اضافی، گوگرد حالت ناپایدار پیدا

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین‌ها برای عملکرد روغن و پروتئین

| میانگین زهکش‌ها | سطوح کود نیتروژنه (کیلوگرم در هکتار) |           |           |            |           |
|-----------------|--------------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
|                 | ۲۵۰                                  | ۲۰۰       | ۱۵۰       | ۰          |           |
|                 | عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)       |           |           |            |           |
| بدون زهکش       | ۵۶۸/۷۶۶B                             | ۶۷۶/۳۹۳cd | ۵۷۳/۹۱۰cd | ۷۸۶/۱۲۵bc  | ۲۳۸/۶۳۷d  |
| زهکش ۲ متری     | ۱۱۷۰/۰۲۸A                            | ۱۴۵۸/۰۷۷a | ۱۵۶۵/۵۶۴a | ۱۲۷۹/۰۵۴a  | ۳۷۷/۴۱۹cd |
| زهکش ۴ متری     | ۱۱۳۱/۶۷۴A                            | ۱۴۶۳/۵۰۲a | ۱۴۲۱/۷۷۰a | ۱۱۷۱/۴۸۱ab | ۴۶۹/۹۴۵cd |
| میانگین کودها   | ۱۱۹۹/۳۲۴A                            | ۱۱۸۷/۰۸۱A | ۱۰۷۸/۸۸۷A | ۳۶۲/۰۰۰B   |           |
|                 | عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)    |           |           |            |           |
| بدون زهکش       | ۱۲۴/۱۱۳B                             | ۱۶۴/۳۹۷b  | ۱۳۴/۲۹۹bc | ۱۵۲/۹۷۸bc  | ۴۴/۷۷۷d   |
| زهکش ۲ متری     | ۲۵۰/۳۲۱A                             | ۳۲۸/۹۰۳a  | ۳۲۴/۰۳۵a  | ۲۷۵/۵۹۶a   | ۷۲/۷۵۰cd  |
| زهکش ۴ متری     | ۲۴۴/۳۰۰A                             | ۳۱۰/۴۷۰a  | ۳۲۱/۶۳۵a  | ۲۵۳/۳۳۱a   | ۹۱/۷۶۵bcd |
| میانگین کودها   | ۲۶۷/۹۲۳A                             | ۲۵۹/۹۹۰A  | ۲۲۷/۳۰۲A  | ۶۹/۷۶۴B    |           |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

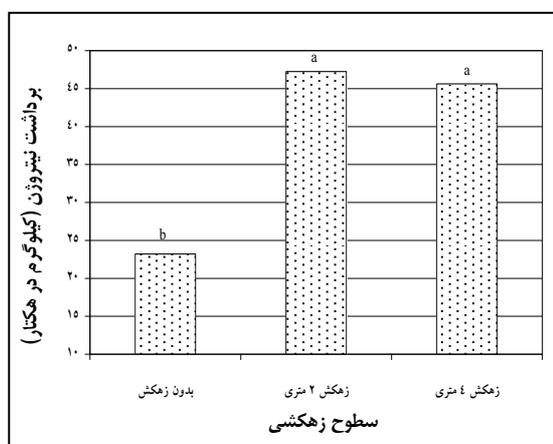
### برداشت نیتروژن توسط اندام‌های هوایی گیاه

از نظر برداشت نیتروژن توسط گیاه، بین تیمارهای زهکشی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (شکل ۸). با وجود برداشت بیشتر نیتروژن در تیمار زهکش ۲ متری بین تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. گیاهان کشت شده در تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری نسبت به تیمار بدون زهکش، به ترتیب ۲/۰۳ و ۱/۹۷ برابر بیشتر نیتروژن را از خاک برداشت کرده‌اند. دلیل برداشت کمتر نیتروژن توسط گیاهان در تیمار بدون زهکش نسبت به دو تیمار دیگر را می‌توان، همان‌گونه که محققان در کانادا نیز نشان داده‌اند، به تلفات بیشتر نیتروژن در حالت مانداب بودن و از طریق آبشویی در این تیمار نسبت داد (Anon, 2001a). بین سطوح مختلف فاکتور کود نیتروژنه در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. تیمارهای ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار بدون کود به ترتیب ۳/۳۳، ۳/۷۹ و ۳/۹۲ برابر بیشتر نیتروژن برداشت کرده‌اند (شکل ۹). روند تغییرات بیانگر آن است که با افزایش میزان کود نیتروژنه میزان برداشت نیتروژن افزایش یافته است.

علی‌رغم آن که با افزایش کود نیتروژنه درصد روغن کاهش می‌یابد (شکل ۵)، عملکرد روغن به دلیل افزایش عملکرد دانه افزایش می‌یابد (جدول ۲) و بین سطوح کود نیتروژنه از نظر عملکرد روغن و پروتئین در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تیمارهای ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمار بدون کود به ترتیب ۲/۲۸، ۳/۲۸ و ۳/۳۱ برابر عملکرد روغن را افزایش داده‌اند. با افزایش کود نیتروژنه، عملکرد پروتئین بالاتر می‌رود به گونه‌ای که تیمارهای ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمار بدون کود به ترتیب ۳/۲۶، ۳/۷۳ و ۳/۸۴ برابر این صفت را افزایش داده‌اند. همان‌گونه که در جدول ۲ می‌بینیم، روند افزایشی عملکرد روغن مشابه با عملکرد دانه است. از نظر عملکرد پروتئین نیز تیمارهای دارای زهکش با افزایش میزان کود نیتروژنه عملکرد را به صورت قابل توجهی افزایش داده‌اند اما در تیمار بدون زهکش این افزایش بسیار جزیی است.

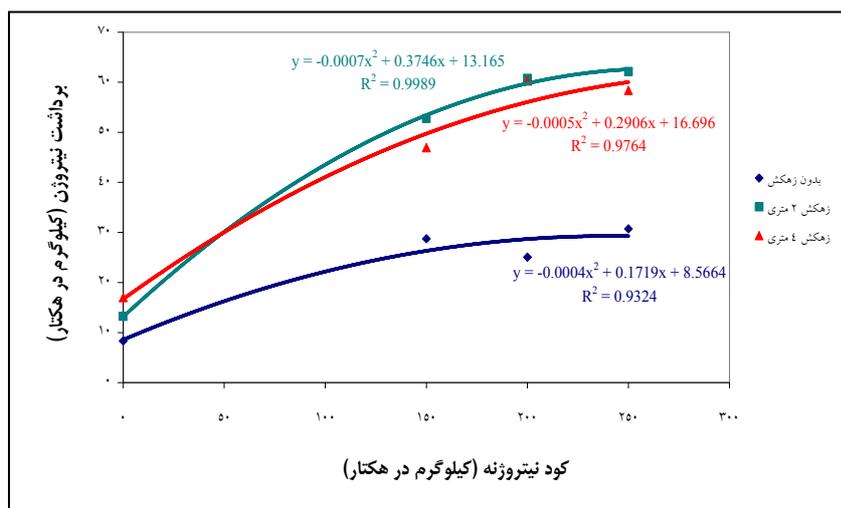


شکل ۹- برداشت نیتروژن توسط اندام هوایی گیاه در تیمارهای کود نیتروژنه



شکل ۸- برداشت نیتروژن توسط اندام هوایی گیاه در تیمارهای زهکشی

اثر متقابل فاکتورهای زهکشی و کود نیتروژنه، در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان می‌دهد. هر سه تیمار زهکشی با افزایش میزان کود نیتروژنه روندی افزایشی با پیروی از منحنی درجه دوم دارند و تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری باعث افزایش برداشت نیتروژن از خاک شده‌اند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- اثر نیتروژن بر برداشت نیتروژن تحت شرایط مختلف زهکشی

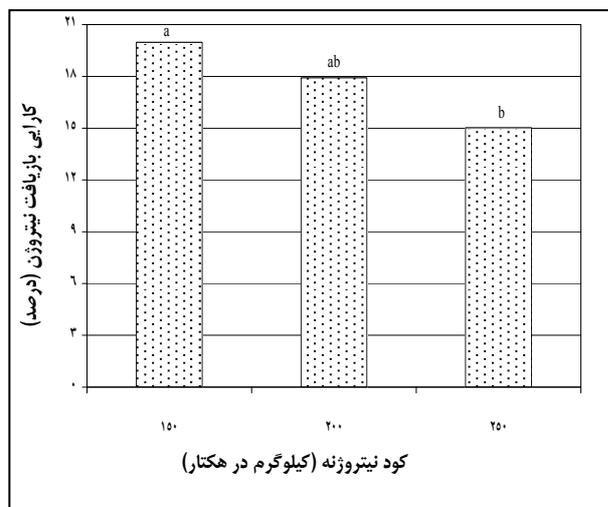
### کارایی بازیافت ظاهری نیتروژن

فاقد زهکش بسته به شدت و فراوانی بارندگی‌ها خاک گاهی حالت ماندابی دارد و گاهی نیز تا وقوع بارندگی بعدی رطوبت اضافه خود را از دست می‌دهد که در این مواقع امکان تلف شدن نیتروژن از طریق دنیتریفیکاسیون بیشتر است و دیگر اینکه در این تیمارها به دلیل وجود حالت غرقابی، گیاهان ضعیف مانده‌اند و جذب نیتروژن آنها کمتر بوده است.

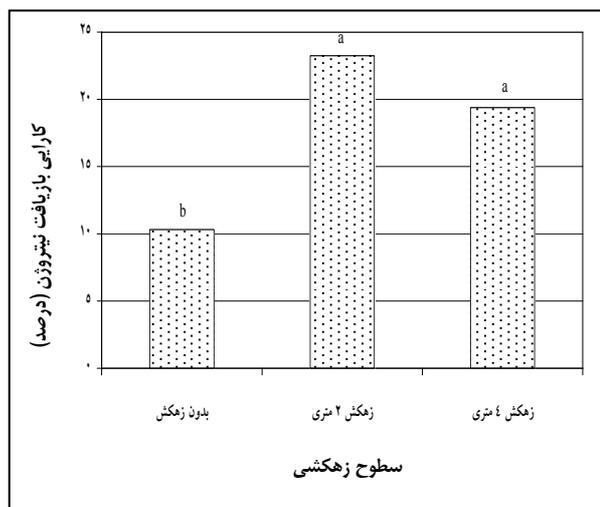
در مورد تیمارهای کود نیتروژنه، بین آنها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین کارایی بازیافت را به خود اختصاص داده است (شکل ۱۲).

بین تیمارهای زهکشی، از نظر کارایی بازیافت ظاهری نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری نسبت به تیمار بدون زهکش به ترتیب ۲/۲۵ و ۱/۸۸ برابر کارایی بازیافت را افزایش داده‌اند (شکل ۱۱). بالاتر بودن کارایی بازیافت نیتروژن در تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری را می‌توان به این امر نسبت داد که در تیمارهای زهکشی به دلیل جلوگیری از حالت ماندابی تلفات نیتروژن کاهش و برداشت این عنصر افزایش می‌یابد. به بیان دیگر در تیمار

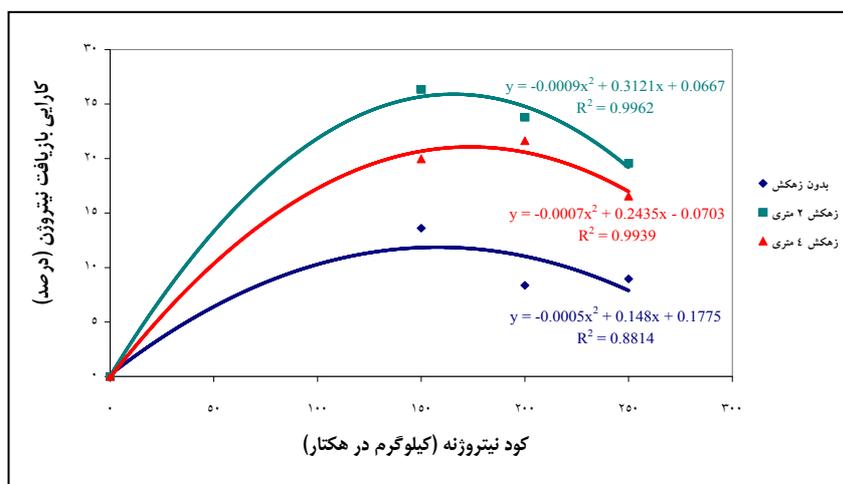
تأثیر زهکشی سطحی و سطوح مختلف کود نیتروژنه بر ...



شکل ۱۲- کارایی باز یافت نیتروژن در تیمارهای کود نیتروژنه



شکل ۱۱- کارایی باز یافت نیتروژن در تیمارهای زهکشی



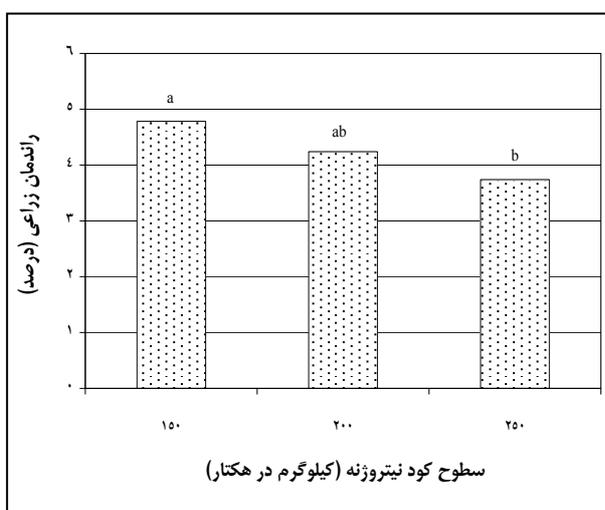
شکل ۱۳- اثر نیتروژن بر کارایی باز یافت نیتروژن تحت شرایط مختلف زهکشی

سه تیمار از منحنی درجه دوم پیروی می کند. اما تیمار زهکش ۲ متری با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بهترین و تیمار بدون زهکش با مقدار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ضعیف ترین تیمار از لحاظ کارایی باز یافت نیتروژن بوده است (شکل ۱۳).

## کارایی زراعی

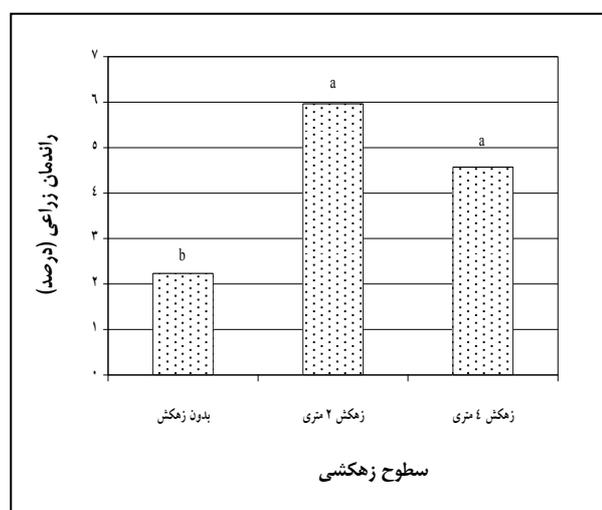
اثر متقابل زهکشی و کود نیتروژنه از لحاظ آماری معنی دار نیست، اما تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری نسبت به تیمار بدون زهکش وضعیت بهتری دارند و کارایی باز یافت نیتروژن را افزایش داده اند. روند تغییرات در هر

نیز در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود دارد. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین کارایی را به خود اختصاص داده است و این در حالی است که تیمارهای کودی ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به این تیمار به ترتیب ۱۱/۳۹ و ۲۱/۸۴ درصد کاهش نشان داده‌اند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- کارایی زراعی نیتروژن در تیمارهای کود نیتروژنه

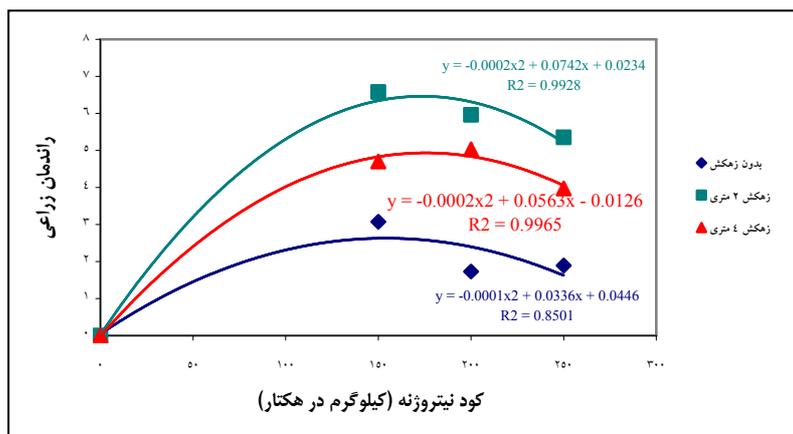
بین تیمارهای زهکشی از نظر کارایی زراعی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. کارایی زراعی نیتروژن نیز مانند کارایی بازیافت در تیمار زهکش ۲ متری بیشترین مقدار را داراست. تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری نسبت به تیمار بدون زهکش به ترتیب ۲/۶۷ و ۲/۰۵ برابر کارایی بالاتری داشته‌اند (شکل ۱۴). بین سطوح مختلف کود نیتروژنه



شکل ۱۴- کارایی زراعی نیتروژن در تیمارهای زهکشی

بیشترین کارایی زراعی نیتروژن متعلق به تیمار زهکش ۲ متری با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمارهای بدون زهکش و به ترتیب با مقادیر ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار است (شکل ۱۶).

در مورد اثر متقابل زهکشی و کود نیتروژنه نیز بین تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نمی‌شود اما تیمار زهکش ۲ متری نسبت به دو تیمار دیگر وضعیت بهتری دارد. روند تغییرات در هر سه تیمار از منحنی درجه دوم پیروی می‌کند.



نمودار ۱۶- اثر نیتروژن بر کارایی زراعی نیتروژن تحت شرایط مختلف زهکشی

### نتیجه‌گیری

نیتروژن در هکتار خواهد بود که هم عملکرد اقتصادی و هم عملکرد روغن را در حدود ۶/۵ برابر نسبت به حالتی که زهکش و کود نیتروژنه وجود نداشته باشد، افزایش می‌دهند. بین تیمارهای زهکش ۲ و ۴ متری از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما با توجه به این مسئله که هزینه‌ی احداث زهکش‌های ۴ متری با جویچه‌های عرضی به میزان قابل توجهی کمتر از هزینه‌ی احداث زهکش‌های ۲ متری است و نیز این زهکش‌ها قادر به تخلیه‌ی بیشتر و سریع‌تر آب‌های اضافه سطحی هستند و همچنین در مزرعه تغییرات کمتری ایجاد و سطح کمتری اشغال می‌کنند، می‌توان نتیجه گرفت که مناسب‌تر خواهند بود. مقدار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را می‌توان برای دستیابی به مقدار روغن بیشتر و عملکرد اقتصادی بالاتر توصیه کرد، که البته این عدد باید با توجه به مسایل زیست محیطی بهینه شود.

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که زهکشی سطحی در خاک‌های سنگین شالیزاری با جلوگیری از ماندابی و بهبود شرایط تهویه‌ای خاک باعث حدوداً دو برابر شدن عملکرد دانه و عملکرد روغن می‌شود (شکل ۱ و جدول ۲). در زمین‌هایی که به هر دلیلی امکان استفاده از زهکش وجود ندارد (مثلاً کوچک بودن کرت‌ها و نداشتن شکل منظم در شالیزارهایی که هنوز تجهیز نشده‌اند یا ناممکن بودن اختصاص هزینه‌ی اولیه برای حفر زهکش) می‌توان تنها با استفاده از کود نیتروژنه، حداقل به میزان ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تا حد زیادی تأثیرات نامطلوب غرقابی بودن خاک را تعدیل کرد، با این روش عملکرد دانه سه برابر افزایش می‌یابد (شکل ۲). بهترین تیمار کودی در حالت استفاده از زهکش ۲ متری ۲۰۰ و در حالت استفاده از زهکش ۴ متری ۲۵۰ کیلوگرم

### قدردانی

از مؤسسه تحقیقات برنج کشور و دانشگاه تبریز که اعتبارات لازم برای اجرای این پژوهش را فراهم آوردند، همچنین از پرسنل محترم مؤسسه تحقیقات برنج کشور به خاطر همکاری فراوانی که در تمامی مراحل مطالعه داشته‌اند سپاسگزاری می‌شود.

## مراجع

- Arshi, Y. 1992. Sunflower. Total Department of Cotton and Oilseed of Iran Pub. (in Farsi)
- Azizi, M., Soltani, A. and Khavari Khorasani, S. 1999. Brassica Oilseed: Production and Utilization. Jihad -e- University of Mashhad. (in Farsi)
- Blott, K. M. and Knight, A. J. P. 2001. Soil moisture and canola yield in an alley farming system. The Australian Society of Agronomy. Available on the: [www.regional.org](http://www.regional.org).
- Bybordi, A. 2003. Effects of different rates and times of use nitrogen on quantity and quality of rapeseed in East Azarbyjan province. Proceedings of the 8<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress. Aug. 31- Sep. 3. Rasht. Iran. (in Farsi)
- Cannel, R. Q. and Belford, R. K. 1980. Effect of waterlogging at different stages of development on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Sci. Food Agric. 31, 963-965.
- Anon. 2001a. Canola Council of Canada. Available on the: [www.canola-council.org](http://www.canola-council.org).
- Anon. 2001b. Canola Council of Canada. Available on the: [www.canola-council.org](http://www.canola-council.org).
- Anon. 2001c. Canola Council of Canada. Available on the: [www.canola-council.org](http://www.canola-council.org).
- Dehshiri, A. 1999. Rapeseed Cultivation. Ministry of Agriculture Pub. (in Farsi)
- Farzamsefat, A. 2004. Study on the effects of depth and duration of water logging on rapeseed growth stage as the second crop in Guilan rice lands. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Tehran University. Aboreyhan Complex Education. Pakdasht. Iran. (in Farsi)
- Gardner, W. K., Drendel, M. F. and Mc Donald, G. K. 1994. Growth and yield response of grain legumes to different soil management practices after rainfed lowland. Rice. Aust. J. Exp. Agric. 34(3): 41-48.
- Garrity, D. P. and Pernito, R. 1996. Mungbean response to surface drainage when grown as a pre-rice crop on waterlog-prone ricelands. Agric. Water Manag. 29, 299-314.
- Ghobrial, G. L. 1980. Effects of level, time and splitting of urea on the yield of irrigated direct seeded rice. Plant Soil. 56(2): 209-215.
- Gutierrez Boem, F. H., Lavado, R. S. and Procelli, C. A. 1996. Note on the effects of winter and spring waterlogging on growth, chemical composition and yield of rapeseed. Field Crops Res. 47, 175-179.
- Haghighatnia, H. 2003. Determination rate and time of application nitrogen on cultivate rapeseed. Proceedings of the 8<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress. Aug. 31- Sep. 3. Rasht. Iran. (in Farsi)
- Hodgson, A. S. and Macleod, D. A. 1987. Effect of foliar applied nitrogen fertilizer on cotton waterlogged in a cracking gray clay. Agric. Res. 38, 681-688.
- Hoseini, Z. 1990. Common Methods in Food Analysis. Shiraz University Pub. (in Farsi)
- Jafarnejadi, A. R. and Golchin, A. 2003. Investigation effects of resources and different rates of nitrogenous fertilizer on yield and oil of rapeseed in Khozestan province. Proceedings of the 8<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress. Aug. 31- Sep. 3. Rasht. Iran. (in Farsi)
- Johnston, T. H. and Scott, G. C. 1998. Gravel and conventional mole drainage for dryland cropping in SE Australia. The Australian Society of Agronomy. Available on the: [www.regional.org](http://www.regional.org).

- Kaling, I., Vark, W. Houba, V. J. G. and Vader Lee, J. J. 1982. Soil and Plant Analysis, a Series of Syllabi. Plant Analysis Procedures. Wageningen Agricultural University. Netherlands.
- Leul, M. and Zhou, W. J. 1998. Alleviation of waterlogging damage in winter rape by application of uniconazole, effects on morphological characteristics, hormones and photosynthesis. Field Crops Res. 59: 121-127.
- Mohammadi, M. 1970. Detailed soil survey of Rasht rice pilot project Guilan. Ministry of Agriculture. Soil Institute of Iran. (in Farsi)
- Mohsenabadi, Gh. R., Khodabandeh, N., Arshi, Y. and Paighambari, A. 2001. Effects of nitrogen application and irrigation on yield and yield components in two rapeseed cultivars. Iranian , J. Agric. Sci. 32 (4): 765-772. (in Farsi)
- Anon. 1972. Nippon Koi Co. Ltd. Consulting Engineers. Report on Rasht Pilot Farm Project. Tokyo. Japan.
- Russell, J. 1999. Farm based demonstration to aid nitrogenous fertilizer. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Rapeseed Congress. Canberra. Australia. Available on the: www.regional.org.
- Shariat Ahmadi, J. 2004. Effects of depth and duration of water logging in different stage of growth for rapeseed after rice harvest. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Isfahan University of Technology. Isfahan. Iran. (in Farsi)
- Sheranirad, A. H. and Dehshiri, A. 2002. Rapeseed Directory (Planting, Maintenance, Harvest). Ministry of Agriculture Pub. (in Farsi)
- Stutterheim, N. C., Barbier, J. M. and Nongaredes, B. 1994. The efficiency of fertilizer nitrogen in irrigated, direct seeded rice. (*O. Sativa* L.) In Europe Fertilizer Research. 37, 235-244.
- Yazdani, M. R. 2000. Comparison kind and different intervals of surface drainage in cultivation Rapeseed after harvest rice in Guilan province. Rice Research Institute of Iran. (in Farsi)
- Zhou, W. and Lin, X. 1995. Effect of waterlogging at different growth stages on physiological characteristics and seed yield of winter rape (*Brassica napus* L.). Field Crops Res. 44, 103-110.
- Zolfi Bavaryani, M. and Malakoti, M. J. 2003. Rate and method of application of urea on rapeseed cultivation at Boshehr province. Proceedings of the 8<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress. Aug. 31-Sep. 3. Rasht. Iran. (in Farsi)

## **Effects of Surface Drainage and Different Rates of Nitrogen Fertilizer on Oil Percentage, Protein and Grain Yield of Rapeseed**

**F. Salahshoor Delivand\*, A. Hoseinzade Dalir, A. Fakherifard,  
M. Kavosi, M. R. Yazdani and N. Davatgar**

\* Corresponding Author: M. Sc. Graduate, P. O. Box: 41345-1153, Rasht, Iran. E-mail: ph\_salahshoor@yahoo.com

This field experiment was conducted in order to investigate drainage and nitrogen fertilizer effects on grain yield and oil percentage of rapeseed. The split-plot method in a randomized block design (RCBD) with variety of Hyola 308 in three replications was employed in the paddy field at the north of Iran (Rasht - Rice Research Institute of Iran). Treatments were included three drainage levels (without drain; surface drain with 2m spacing and average depth of 15cm; surface drain with 4m spacing and average depth of 15cm vertical ditches of 1m spacing and average depth of 7cm) and four nitrogen fertilizer levels (0, 150, 200 and 250kgN/ha that split as 1/3, 1/3, 1/3). The results indicated that, drainage increased grain yield, oil percentage, nitrogen uptake, nitrogen recovery efficiency. Agronomy efficiency 94.33-97.82%, 2.47-3.88%, 96.55-103.50%, 88.01-125.30% and 104.69-167.18% respectively, but reduces protein percentage 4.21-9.76%. Also, nitrogen fertilizer increases grain yield, protein percentage and nitrogen uptake 199.08-239.60%, 5.31-7.60% and 233.26-292.44% respectively but reduces oil percentage, nitrogen recovery efficiency and agronomy efficiency 0.74-3.35%, 10.24-24.77% and 11.39-21.84% respectively. In general considering all phenomena involved in the paddy fields (environmental problems, soil condition, operational suitability, costs, ...) surface drain with 4m spacing along with nitrogen fertilizer of at least 150kgN/ha can be suggested.

**Key words:** Nitrogen Fertilizer, Oil, Rapeseed, Surface Drainage