Archive of SID

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و چهارم، شماره اول، ۱۳۹۶
http://jwsc.gau.ac.ir

بررسی عملکرد کلزا به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری دارای زهکش زیرزمینی

سمانه دوستی‌پاشاکلایی[۱]، *علی شاهنظری[۲] و مهدی جعفری‌تلوکلایی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۲]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۳]دانشجوی دکتری مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۶

چکیده

سابقه و هدف: به‌منظور توسعه کشت دوم در اراضی شالیزاری، باید مشکلات ماندابی بر اثر بارندگی با استفاده از زهکش‌های زیرزمینی برطرف شود. در بسیاری از کشورها، سیستم‌های زهکشی زیرزمینی که بعد از برداشت برنج، خروجی آن‌ها باز می‌شود به‌عنوان یک اقدام اصولی احداث شده‌اند. در پاکستان و هندوستان، اجرای زهکش‌های زیرزمینی در مزارع، باعث افزایش عملکرد پنبه، نیشکر، گندم و حتی برنج شدند. به‌طورکلی، تجهیز اراضی شالیزاری به زهکش‌های زیرزمینی علاوه بر اثراتی که بر افزایش عملکرد برنج دارد، باعث ایجاد شرایط مناسب برای کشت دوم در اراضی شالیزاری خواهد شد. با توجه به جدیدالاحداث بودن سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری شمال کشور، بررسی میزان عملکرد کلزا به‌عنوان کشت دوم از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد تا با مشخص شدن میزان بهبود در عملکرد و میزان محصول برداشت شده، بتوان چشم‌انداز دقیقی برای برنامه‌های آینده در اختیار دولت و کشاورزان قرار داد.

مواد و روش‌ها: در این بررسی، اثر سه نوع سیستم زهکشی زیرزمینی معمولی و یک سیستم زهکشی زیرزمینی دو عمقی همراه با تیمار شاهد بر عملکرد کلزا (رقم هایولا ۴۰۱) در اراضی شالیزاری تجهیز و نوسازی شده دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌عنوان کشت دوم مورد مقایسه قرار گرفت. آزمایش‌های لازم در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با پنج تیمار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. سطح ایستابی به‌صورت روزانه و در زمان برداشت برخی شاخص‌های گیاهی شامل تعداد بوته در مترمربع، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزاردانه و عملکرد کلزا اندازه‌گیری شد. داده‌های به‌دست آمده از این محصول با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

یافته‌ها: تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که شاخص‌های تعداد بوته، تعداد غلاف، وزن هزاردانه در تیمارهای دارای زهکشی زیرزمینی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمار شاهد بودند. همچنین میزان عملکرد در تیمارهای زهکشی زیرزمینی، به‌طور معنی‌داری ۴۲۵ تا ۱۰۲۵ کیلوگرم در هکتار، بیش‌تر از مقدار متناظر در تیمار شاهد بودند. با وجود

* مسئول مکاتبه: aliponh@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

بارندگی در زمان جوانه‌زنی، زهکش‌ها خوب عمل کرده و سطح ایستابی پایین‌تر از ۳۰ سانتی‌متر قرار داشته که باعث جوانه‌زنی بیش‌تر و در نتیجه تعداد بوته بیش‌تری در اراضی دارای زهکش زیرزمینی نسبت به تیمار شاهد شد.
نتیجه‌گیری: بهبود وضعیت تهویه و تخلیه سریع‌تر آب اضافی خاک در فصل کشت کلزا سبب افزایش قابل‌توجه عملکرد کلزا در تیمار زهکشی زیرزمینی شد. به‌طورکلی، عملکرد دانه در تیمارهای زهکشی با عمق ۰/۹۰ متر و فاصله ۳۰ متر، زهکشی دو عمقی، زهکشی با عمق ۰/۶۵ متر و فاصله ۳۰ متر و زهکشی با عمق ۰/۶۵ متر و فاصله ۱۵ متر به‌ترتیب ۵۵، ۳۵، ۲۹ و ۲۲ درصد بیش‌تر از عملکرد دانه در تیمار زهکشی سطحی بود. با توجه به نتایج این پژوهش و وسعت زیاد اراضی شالیزاری در شمال کشور، استفاده از اراضی در نیمه دوم سال برای کشت کلزا می‌تواند به‌عنوان یک راهکار اساسی در راستای افزایش تولید دانه‌های روغنی و دست‌یابی به خودکفایی در این امر، مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: زهکشی دو عمقی، زهکشی معمولی، سطح ایستابی، هایولا ۴۰۱

مقدمه

اراضی شالیزاری شمال کشور در پاییز و زمستان به‌دلیل بارندگی زیاد و عمدتاً شدید، سنگینی بافت خاک‌ها و همچنین عدم توانایی زهکش‌های موجود در تخلیه زه‌آب‌ها، غرقاب بوده و تنها یک بار در سال به زیر کشت برنج می‌روند و در نیمه دوم سال، بدون استفاده می‌مانند (۷). این عدم استفاده از اراضی شالیزاری در مدت طولانی از سال (حدود ۷ ماه)، باعث پایین آمدن سطح درآمد کشاورزان و سختی امرار معاش آن‌ها شده، که دلسردی کشاورزان و تغییر کاربری اراضی را در پی دارد. بنابراین برای استفاده بهینه از منابع موجود خاک، حفظ اراضی شالیزاری برای کشت برنج، جلوگیری از تغییر کاربری آن‌ها و از طرف دیگر بهبود وضع معیشتی کشاورزان، باید به کشت دوم بعد از برداشت برنج روی آورد تا به‌عنوان یکی از روش‌های افزایش درآمد، ضمن ایجاد اشتغال، موجب افزایش تولید و پایداری درآمد اراضی شالیزاری شد (۲۳).

به‌منظور توسعه کشت دوم، باید مشکلات ماندابی بر اثر بارندگی با استفاده از زهکش‌های زیرزمینی برطرف شود. در بسیاری از کشورها، سیستم‌های زهکشی زیرزمینی که بعد از برداشت برنج، خروجی آن‌ها باز می‌شود به‌عنوان یک اقدام اصولی احداث شده‌اند. در پاکستان (۲) و هندوستان (۲۶)، اجرای زهکش‌های زیرزمینی در مزارع باعث افزایش عملکرد پنبه، نیشکر، گندم و حتی برنج شدند. طی پژوهشی (۵)، این نتایج حاصل شد که زهکش‌های زیرزمینی باعث افزایش عملکرد نیشکر نسبت به تیمار بدون زهکشی شدند اما در تیمارهای زهکشی زیرزمینی با فواصل مختلف، تفاوتی در میزان عملکرد مشاهده نشد. همچنین دو سیستم زهکشی سطحی (با ایجاد بسترهایی مرتفع ولی کم عرض، ۱/۷ متر و یا عریض، ۲۰ متر) برای کاهش تنش وارده در اثر غرقاب بودن زمین بر گیاهان کلزا، گندم، نخود و جو ارزیابی شدند (۲۱). در سه سال اول طرح، محصول بسترهای کم عرض چهار برابر شد.

در سال‌های اخیر، به‌منظور بهره‌برداری بهتر از منابع محدود آب، خاک حاصلخیز و پتانسیل‌های اقلیمی استان‌های شمالی ایران و ایجاد شرایط مناسب برای کشت دوم، استفاده از سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در شالیزارهای یکپارچه‌سازی شده این مناطق، علاوه بر زهکش سطحی به‌عنوان جزء لاینفک طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، در حال بررسی و توسعه است (۸). احداث سیستم‌های زهکشی

www.SID.ir

Archive of SID

زیرزمینی در اراضی شالیزاری جدا از وظایف اصلی‌اش که همان انتقال آب مازاد و کاهش سطح ایستابی می‌باشد، باعث کاهش هدررفت این اراضی به‌دلیل عدم احداث زهکش‌های مازاد سطحی و نیز استفاده از مزارع شالیزاری برای کشت محصولات خشکه‌زاری می‌شود. در همین راستا، نصب سیستم‌های زهکشی به‌دلیل مساعد بودن شرایط آب و هوایی، مناسب بودن بستر کشت (شالیزار) و نیروی کار فراوان در استان‌های شمالی کشور، امکان کشت محصولات فصل مرطوب، خصوصاً سبزیجات و دانه‌های روغنی را میسر می‌کند.

رشد جمعیت و بهبود سطح تغذیه و جایگزینی مصرف روغن گیاهی به‌جای روغن‌های حیوانی روز به روز بر نقش و اهمیت محصولات روغنی و تلاش برای دست‌یابی به منابع جدید روغن و دانه‌های روغنی می‌افزاید (۱۸). کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از گیاهان روغنی است که بذر آن دارای ٤٢ درصد روغن و ۲۵ درصد پروتئین است (۱۳). روغن کلزا به‌دلیل ترکیب مناسب اسیدهای چرب غیراشباع و درصد پایین اسیدهای چرب اشباع، همانند زیتون جزء با کیفیت‌ترین روغن‌های خوراکی می‌باشد. با توجه به مصرف بالای سرانه روغن در کشور و پیش‌بینی افزایش آن در سال‌های آینده، تلاش در جهت گسترش کشت دانه‌های روغنی کاملاً ضروری به‌نظر می‌رسد.

متوسط عملکرد کاشت کلزا در ایران در اراضی دیم، ۱/۵ تن در هکتار و در اراضی آبی ۱/۹ تن در هکتار می‌باشد (۱). غرقابی یکی از مشکلات عمده در زمان کاشت کلزا مخصوصاً در مناطق شمالی کشور است، که باعث کاهش سبز شدن و خسارت به گیاهچه در مزرعه می‌شود. عمق نفوذ و گستردگی سیستم ریشه، ارتباط مستقیمی با شرایط هوازی خاک دارد. گیاه کلزا دارای ریشه عمودی و بلند است که تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متر خاک نفوذ می‌کند (١٤). همچنین این گیاه دارای ریشه‌های جانبی متعددی است که معمولا در لایه بالایی خاک و تا عمق ٤٠ سانتی‌متری پراکنده هستند و کم‌تر به عمق پایین‌تر خاک می‌روند (٣٤). با توجه به این‌که تنش غرقاب باعث خسارت به گیاه کلزا می‌شود (۹ روز غرقاب عملکرد کلزا را ۹۰ درصد کاهش خواهد داد (۲۵))، استفاده از زهکش‌های زیرزمینی برای کاهش شرایط غرقابی الزامی می‌باشد تا امکان کشت آن را فراهم آورد.

تجهیز اراضی شالیزاری به زهکش‌های زیرزمینی علاوه بر اثراتی که بر افزایش عملکرد برنج دارد (۲۷، ۱۷، ۸) باعث ایجاد شرایط مناسب برای کشت دوم در اراضی شالیزاری خواهد شد. با توجه به جدیدالاحداث بودن سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری شمال کشور، بررسی میزان عملکرد کلزا به‌عنوان کشت دوم از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد تا با مشخص شدن میزان بهبود در عملکرد و میزان محصول برداشت شده، چشم‌انداز دقیقی برای برنامه‌های آینده در اختیار دولت و کشاورزان قرار داد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در اراضی شالیزاری تجهیز و نوسازی شده دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر ۹ جاده ساری- دریا در سال زراعی ٩٤-١٣٩٣ انجام شد. عرض و طول جغرافیایی منطقه به‌ترتیب ٣٦/٣٩ درجه شمالی و ٥٣/٠٤ درجه شرقی بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵- متر می‌باشد. طبق آمار هواشناسی، متوسط ۱۰ ساله بارندگی ٦٤٣ میلی‌متر و میانگین دمای هوا ١٧/٦ درجه سانتی‌گراد است. مجموع ماهانه بارندگی و متوسط ماهانه دمای هوا در طول دوره کشت دوم در جدول ۱ ارایه شد. بافت خاک مزرعه غالباً از نوع سیلتی رس می‌باشد. در مزرعه مورد مطالعه، سه نوع سیستم زهکشی زیرزمینی معمولی متشکل از عمق ۰/۹۰ متر و فاصله ۳۰ متر ($D_{0.90}L_{30}$)، عمق ۰/٦٥ متر و فاصله ۳۰ متر ($D_{0.65}L_{30}$) و عمق ۰/٦٥ متر و فاصله

www.SID.ir

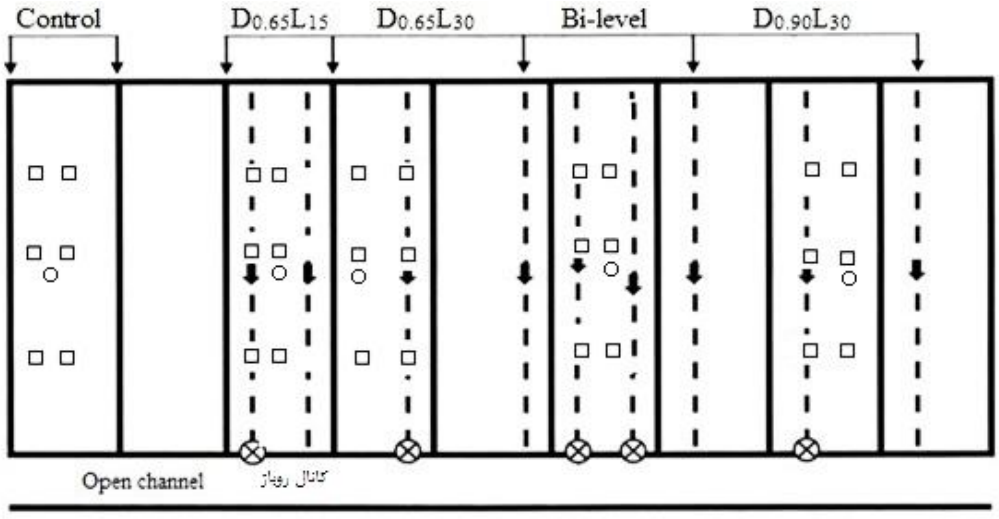
Archive of SID

۱۵ متر ($D_{0.65}L_{15}$) و یک سیستم زهکشی زیرزمینی دو عمقی شامل چهار خط زهکش به فاصله ۱۵ متر و با اعماق ۰/٦۵ و ۰/۹۰ متر (Bi-level) به‌صورت یک در میان نصب شدند (شکل ۱). طول همه خطوط زهکشی ۱۰۰ متر و قطر لوله‌ها ۱۰۰ میلی‌متر بود. اطلاعات بیش‌تر در مقاله ۸ ارایه شده است.

جدول ۱- مجموع ماهانه بارندگی و میانگین ماهانه دمای هوا در فصل زراعی ۹٤-۱۳۹۳.

Table 1. Sum of monthly rainfall and mean of monthly temperature in 2014-15.

ماه Month	بارندگی ماهانه (mm) Monthly rainfall	میانگین بارندگی ۱۰ ساله (mm) 10 yrs mean of rainfall	میانگین دمای ماهانه (°C) Mean of monthly temperature	میانگین دمای ۱۰ ساله (°C) 10 yrs mean of temperature
مهر Sep-Oct	78.4	93.5	20.6	21.3
آبان Oct-Nov	64.4	90.7	13.7	15.3
آذر Nov-Dec	55.3	95.2	9.6	10.1
دی Dec-Jan	19.7	56.6	9.0	8.0
بهمن Jan-Feb	23.0	77.5	5.2	7.5
اسفند Feb-Mar	118.8	74.2	8.9	10.1
فروردین Mar-Apr	15.0	32.2	13.6	14.2
اردیبهشت Apr-May	5.4	20.5	19.0	19.1
مجموع Sum	380.0	540.4	99.7	105.6



شکل ۱- آرایش سیستم‌های زهکشی در مزرعه مورد مطالعه (□ محل نمونه برداری، ○ چاهک سطح ایستابی، ⊗ خروجی زهکش، ▬ مرز کرت، ◄ ▬ خطوط زهکش).

Figure 1. Layout of subsurface drainage systems in pilot study (sanpling □ location, ○ location of observation well and ⊗ point of drain flow measurements, ▬ plot border, ◄ ▬ drains lines).

www.SID.ir

Archive of SID

پس از برداشت برنج در شهریور ۱۳۹۳، عملیات آماده‌سازی زمین انجام و خاک مزرعه تا عمق ۲۰ سانتی‌متر شخم زده شد. بذر کلزا رقم هایولا ٤٠١ در مهر ۱۳۹۳ به‌میزان ۸ کیلوگرم در هکتار کشت شد. طول دوره رویش تا زمان برداشت در این رقم کلزا، به‌طور معمول ۲۱۰ روز می‌باشد. متداول بودن کشت این رقم در منطقه، از دلایل اصلی انتخاب آن بوده است. همچنین کوتاه بودن دوره کشت در کلزا، قابلیت کشت و فرصت کافی را به‌منظور آماده‌سازی زمین و نشای برنج فراهم می‌کند.

در طول فصل کشت کلزا، خروجی تمام زهکش‌ها باز بوده و زه‌آب همه خطوط زهکش به کانالی با عمق ۱/۲ متر تخلیه شد. سطح ایستابی در چاهک واقع در نقطه میانی فاصله بین زهکش‌ها به‌طور روزانه اندازه‌گیری شد. در طول فصل کشت، دو بار در تاریخ‌های ۸ آبان (دوره رشد گیاهچه) و ۲۵ بهمن (دوره گلدهی)، هر بار به مقدار ۳۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره براساس عرف منطقه مصرف شد. به‌دلیل کفایت بارندگی در طول فصل رویش هیچ‌گونه آبیاری صورت نگرفت. خلاصه‌ای از عملیات کشاورزی انجام شده در مزرعه زهکشی در جدول ۲ ارایه شد.

جدول ۲- عملیات کشاورزی در مزرعه مورد مطالعه.

Table 2. Agricultural practices in pilot study.

گیاه Crop	کاشت Cultivation	کوددهی Frtilixation	میزان کود مصرفی (اوره) Amount of fertilizer (kg ha^{-1})	برداشت Harvest
کلزا Canola	۹۳/۷/۱۸ 10 Oct 2014	۹۳/۸/۸ و ۹۳/۱۱/۲۵ 30 Oct 2014 and 14 Feb 2015	70	۹٤/۲/۲۰ 10 May 2015

سه روز قبل از برداشت، اقدام به نمونه‌برداری از گیاه کلزا شد. به‌منظور نمونه‌گیری، روی زهکش‌ها و در فاصله ۲۵، ۵۰ و ۷۵ متری از نهر جمع‌کننده و در همان راستا و در وسط فاصله بین دو زهکش، در سطح یک مترمربع نمونه‌برداری شد. نمونه‌گیری از تعداد بوته در مترمربع، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف انجام شد. به‌منظور تعیین وزن هزاردانه، ٦ نمونه ۱۰۰تایی از دانه‌های هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و با استفاده از ترازوی دقیق آزمایشگاه، وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس مقدار آن‌ها در عدد ۱۰ ضرب و وزن هزاردانه به‌دست آمد. علاوه بر تیمارهای زهکشی زیرزمینی، از یک تیمار شاهد، که تنها تحت‌تأثیر زهکش جمع‌کننده بود، نمونه‌برداری شد. در مجموع، برای ۵ تیمار با ٦ تکرار، تعداد ۳۰ نمونه جمع‌آوری شد. همچنین، در زمان برداشت، میزان محصول به‌دست آمده از کرت تحت هر سیستم زهکشی به‌طور جداگانه توزین شد تا میزان عملکرد در هکتار تعیین شود. برای ارزیابی اثر سیستم‌های زهکشی بر عملکرد کلزا، داده‌های به‌دست آمده از این محصول با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر سیستم‌های زهکشی روی تعداد بوته، تعداد غلاف، وزن هزاردانه و تعداد دانه در جدول ۳ ارایه شد. سیستم‌های زهکشی اثر معنی‌داری بر تعداد بوته داشتند. همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای زهکشی زیرزمینی اثر معنی‌داری روی تعداد غلاف، وزن هزاردانه، تعداد دانه و عملکرد داشتند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر سیستم‌های زهکشی بر تعداد بوته و غلاف، وزن هزاردانه و تعداد دانه و عملکرد کلزا.

Table 3. Sum of square means of variance for the effect of drainage systems on plant and pod number, 1000 grain weight and grain number and canola yield.

عملکرد yeild	تعداد دانه Grain no	وزن هزاردانه 1000 grain weight	تعداد غلاف Pod no	تعداد بوته Plant no	درجه آزادی df	منابع تغییرات Variation sources
8025.4^{ns}	2987446464^{ns}	0.21^{ns}	18440.8^{ns}	39.2^{ns}	5	بلوک Block
832822.3**	21075728304**	2.68*	37332.70*	651.28**	4	تیمار Treatment
26245.1	2377077090	0.29	7423.20	42.74	20	خطا Error
6.7	21.8	10.74	12.45	14.25		ضریب تغییرات (درصد) Cv (%)

^{ns} غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح یک درصد.

^{ns}, *, ** Not significant and significant at P<0.01 and P<0.05, respectively.

در جدول ٤ اثر سیستم‌های زهکشی روی پارامترهای عملکرد گیاه کلزا نشان داده شد. کم‌ترین و بیش‌ترین میانگین تعداد بوته برابر ۳۱ و ٥٤ بودند که به‌ترتیب مربوط به تیمار شاهد و $D_{0.65}L_{30}$ بودند. تعداد بوته در تمام تیمارهای زهکشی زیرزمینی اختلاف معنی‌داری با تعداد بوته در تیمار شاهد داشت. بهبود وضعیت هوازی خاک و افت سطح ایستابی باعث سبز شدن بذر کلزا شد که تعداد بوته بیش‌تری را در پی داشته است. برعکس، با افزایش مدت غرقاب، سرعت جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند (۱۱). همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شد، میانگین عمق سطح ایستابی در طول فصل کشت در تیمارهای زهکشی زیرزمینی بیش‌تر از تیمار شاهد بود. در پژوهش‌هایی گزارش شد که با افزایش سطح تنش غرقابی، کاهش عملکرد در بوته برنج رخ داد (۲۰، ۱۹، ۳) که با نتایج عمق سطح ایستابی در این پژوهش مطابقت دارد.

جدول ٤- اثر سیستم‌های زهکشی روی میانگین تعداد غلاف، تعداد بوته و عملکرد دانه کلزا.

Table 4. The effect of drainage systems on plant and pod number and canola yield.

عملکرد (kg ha^{-1}) Yield	وزن هزاردانه (گرم) 1000 grain weight	تعداد دانه Grain no	تعداد غلاف Pod no	تعداد بوته Plant no	تیمار Treatment
2879^{a}	5.22^{b}	202083^{ab}	676.83^{bc}	52.33^{a}	$D_{0.90}L_{30}$
2519^{b}	4.75^{bc}	237701^{a}	806.33^{a}	52.50^{a}	Bi-level
2398^{bc}	4.22^{c}	204837^{a}	652.83^{bc}	54.83^{a}	$D_{0.65}L_{30}$
2279^{c}	6.03^{a}	143717^{bc}	725.50^{ab}	38.33^{b}	$D_{0.65}L_{15}$
1854^{d}	4.97^{b}	88298^{c}	597.50^{c}	31.33^{b}	شاهد control

www.SID.ir

Archive of SID

در کلزا تعداد غلاف در بوته از صفات بسیار مهمی است که عملکرد دانه به‌شدت به آن وابسته است، چون پس از مرحله گلدهی با کاهش سطح برگ بوته، غلاف‌ها نقش مهمی در فتوسنتز گیاه دارند (۲۲). کم‌ترین و بیش‌ترین میانگین تعداد غلاف برابر ۵۹۷ و ۸۰۶ بود (جدول ٤) که به‌ترتیب مربوط به تیمار شاهد و سیستم زهکشی زیرزمینی دو عمقی می‌باشد. اختلاف معنی‌داری بین تعداد غلاف در تیمارهای زهکشی زیرزمینی (Bi-level و $D_{0.65}L_{15}$) با تیمار شاهد وجود داشت. در بررسی اثر تیمارهای زهکشی زیرزمینی با فواصل زهکشی ۱۵ و ۳۰ متر بر عملکرد برنج این نتایج حاصل شد که مقدار عملکرد در تیمار دارای زهکشی زیرزمینی بیش‌تر از تیمار زهکش سطحی بود (۱۷) که با نتیجه این پژوهش مطابقت دارد. بیش‌تر بودن تعداد غلاف در تیمار $D_{0.65}L_{15}$ نسبت به تیمارهای $D_{0.65}L_{30}$ و $D_{0.90}L_{30}$ را می‌توان متأثر از تعداد بوته در مترمربع دانست. زیرا به‌دلیل وجود رقابت بین گیاهان، افزایش مصرف مواد غذایی خاک در تراکم کم‌تر بوته منجر به افزایش تولید مواد فتوسنتزی و تولید غلاف در گیاه در واحد سطح می‌شود (٤). تراکم بوته مطلوب باعث زودرسی و یکنواختی در رسیدگی می‌گردد و ساقه‌های نازک ایجاد شده، راحت‌تر برداشت می‌شوند.

کم‌ترین و بیش‌ترین تعداد دانه در واحد سطح به‌ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد و Bi-level بودند. براساس نتایج پژوهشی (١٦) گزارش شد که تعداد دانه در غلاف یکی از صفات تعیین‌کننده عملکرد کلزا محسوب می‌شود. هرچه تعداد دانه در غلاف بیش‌تر باشد مخزن بزرگ‌تری برای مواد فتوسنتزی تولید شده توسط گیاه ایجاد می‌شود که در نهایت منجر به افزایش عملکرد می‌شود. با توجه به اینکه در کلزا اجزای عملکرد خاصیت جبرانی نسبت به یکدیگر دارند (٢٤)، از این‌رو کم‌تر بودن تعداد دانه در تیمار $D_{0.65}L_{15}$ را می‌توان به بالا بودن تعداد غلاف در بوته آن نسبت داد. همبستگی منفی بین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در (٦) گزارش شد.

وزن هزاردانه، آخرین جز از اجزای عملکرد است که تعیین می‌شود و تنها جزیی است که به شرایط محیطی در دوره پس از گلدهی بستگی دارد (۹). کم‌ترین و بیش‌ترین وزن هزاردانه ٤/٢٢ و ٦/٠٣ گرم بود که به‌ترتیب مربوط به زهکشی زیرزمینی $D_{0.65}L_{30}$ و زهکش زیرزمینی $D_{0.65}L_{15}$ می‌باشد. در پژوهشی مشابه، در بررسی عملکرد کلزا رقم ۳۰۸ به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری، وزن هزاردانه ٤/٧ گرم به‌دست آمد (٢٢). با توجه به تجزیه آماری، اختلاف معنی‌داری بین کرت‌های مختلف وجود دارد. کم بودن وزن هزاردانه در برخی تیمارهای زهکشی را می‌توان به تعداد زیاد بوته در واحد سطح و یا تعداد زیاد غلاف در بوته ربط داد که با افزایش تعداد بوته، میزان مواد مغذی کم‌تری جذب شده و در نتیجه وزن دانه‌های آن کم شده است. در تیمار شاهد میزان وزن هزاردانه کم‌تر از تیمارهای $D_{0.90}L_{30}$ و $D_{0.65}L_{15}$ بود. نتایج آزمایش رسولی و همکاران (٢٠١٤) نشان داد شرایط غرقابی موجب کاهش عملکرد می‌شود (٢٥). بیش‌ترین همبستگی بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک برقرار بود، که بیانگر نقش مؤثر عملکرد بیولوژیک در جلوگیری از کاهش عملکرد دانه کلزا در شرایط تنش غرقابی است که با نتیجه این پژوهش مطابقت دارد.

اختلاف معنی‌داری بین عملکرد دانه در تیمارهای مختلف وجود داشت. کم‌ترین و بیش‌ترین عملکرد دانه با ١٨٥٤ و ٢٨٧٩ کیلوگرم در هکتار، به‌ترتیب مربوط به تیمار شاهد و زهکشی زیرزمینی $D_{0.90}L_{30}$ بود. به‌دلیل افت بیش‌تر سطح ایستابی در تیمارهای دارای سیستم زهکشی زیرزمینی، میزان عملکرد بیش‌تری از این تیمارها برداشت شد. افزایش عملکرد در اراضی دارای زهکش‌های زیرزمینی در پژوهش‌های پژوهشگران ارایه شده است (١٢، ١٠). تعداد دانه

www.SID.ir

Archive of SID

مهم‌ترین جز عملکرد است که تحت‌تأثیر تنش غرقابی قرار می‌گیرد. در پژوهشی (۱۹) کاهش ٤٥ درصدی در عملکرد گندم را تحت تنش غرقاب اعلام نمودند که نتیجه مشابهی با این بررسی از نظر عمق سطح ایستابی و عملکرد کلزا دارد. همچنین، میزان عملکرد در تیمار دو عمقی بیش‌تر از تیمارهای $D_{0.65}L_{30}$ و $D_{0.65}L_{15}$ بود.

از میان سیستم‌های مختلف مورد بررسی، تیمار $D_{0.90}L_{30}$ به‌دلیل عملکرد بهتر در کنترل سطح ایستابی، بهترین نتایج را با عملکرد ۲۸۷۹ کیلوگرم در هکتار در مزرعه مورد مطالعه حاصل نمود. در پژوهشی روی عملکرد کلزا به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری استان گیلان، تحت تیمارهای کودی مختلف، بیش‌ترین میزان عملکرد با ۲۱۸۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار با میزان مصرف کود اوره ۲۲٤ کیلوگرم در هکتار بود (۲۲). در پژوهش حاضر، میزان عملکرد در تیمارهای زهکشی بیش‌تر از کارهای مشابه بوده است که با توجه به مصرف تنها ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، نشان از تأثیر مثبت زهکشی می‌دهد. به‌نظر می‌رسد برای اراضی شالیزاری با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، دستیابی به پتانسیل عملکرد (۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار (۳۳)) دور از دسترس نمی‌باشد. این امر می‌تواند با توصیه‌های کودی و بهبود شرایط خاک بر اثر زهکشی نایل شود.

جدول ٥- میانگین عمق سطح ایستابی اندازه‌گیری شده و SEW_{30} در تیمارهای مختلف.

Table 5. Mean of water table depth and SEW_{30} in different drainage treatments.

پارامتر Parameter	تیمارها				
	$D_{0.90}L_{30}$	$D_{0.65}L_{30}$	$D_{0.65}L_{15}$	Bi-level	شاهد Control
تعداد روزهای دارای عمق کمتر از ۳۰ سانتی‌متر Number of SEW_{30}	15	22	12	14	35
SEW_{30} (cm)	410	524	252	314	655
میانگین عمق سطح ایستابی Water table depth mean	24.6	22.8	32.3	34.6	14.2

گیاه کلزا در همه مراحل رشد و نمو، از شرایط محیطی تأثیر فراوان می‌پذیرد. شناخت مراحل رشد کلزا و عملکرد هر کدام از سیستم‌های زهکشی در کنترل سطح ایستابی در طول دوره کشت و تأثیر آن بر میزان عملکرد نقش مهمی دارد. طول دوره رویش کلزا به چند مرحله اساسی تقسیم شده است (۲۹). ۱- مرحله جوانه‌زنی (۸ روز) ۲- مرحله رشد گیاهچه (۱۳ روز) ۳- مرحله روزت یا ساقه رفتن (٤٤ روز) ٤- مرحله رشد مجدد و غنچه‌دهی (۲۹ روز) ٥- مرحله گلدهی (۲۹ روز) ٦- مرحله رسیدن (۸۹ روز).

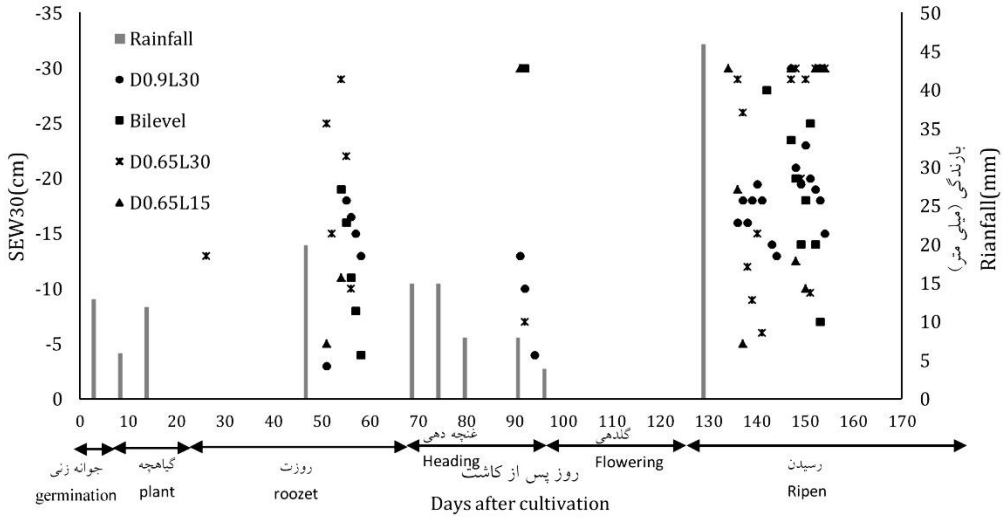
بارندگی‌های سنگین پاییزه و همچنین بارندگی‌های اواخر زمستان موجب ایجاد شرایط غرقابی و بالا آمدن سطح ایستابی در مراحل سبز شدن، گلدهی و پر شدن دانه می‌شود (۲٥). جوانه‌زنی و رشد گیاهان در مراحل اولیه به‌شدت تحت‌تأثیر عوامل محیطی، به‌ویژه دما و رطوبت خاک قرار می‌گیرد (۲۸، ۳۰). بالا بودن سطح ایستابی که اثرات آن باعث ایجاد تنش غرقابی می‌شود سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود. شرایط غرقابی از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک، رشد ریشه و سرانجام رشد گیاه را محدود و متوقف

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند (۱۵، ۳۲) به‌طوری‌که با افزایش مدت غرقاب، یکنواختی جوانه‌زنی بذرها کاهش پیدا می‌کند (۳۱). نصب زهکش‌های زیرزمینی به توسعه بهتر فعالیت‌های مدیریتی در برابر تنش غرقابی و یا کاهش سطح ایستابی کمک خواهد کرد. در شکل (۲)، روزهایی از دوره کشت کلزا که سطح ایستابی عمق کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر داشت نشان داده شد. با وجود بارندگی در زمان جوانه‌زنی، زهکش‌ها خوب عمل کرده و سطح ایستابی پایین‌تر از ۳۰ سانتی‌متر قرار داشته که باعث جوانه‌زنی بیش‌تر و در نتیجه تعداد بوته بیش‌تری در اراضی دارای زهکش زیرزمینی نسبت به تیمار شاهد شد. در پژوهشی روی اثرات غرقاب بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم بیان کردند با افزایش طول دوره غرقابی در گندم، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت (۱۱).

سیستم‌های زهکشی با وجود بارندگی زیاد (جدول ۱) در مهر و آبان (دوره جوانه‌زنی و رشد گیاهچه)، توانستند عمق سطح ایستابی را کنترل کنند و اثرات مثبتی بر جوانه‌زنی و سبز شدن داشته باشند. اما طی هفت روز در آذرماه نوساناتی در عمق سطح ایستابی دیده شد که بالاتر از ۳۰ سانتی‌متر بود، در این زمان کلزا در مرحله ساقه رفتن قرار داشت. در ابتدای مرحله گلدهی (بهمن‌ماه) عمق سطح ایستابی به‌مدت ۲ روز بالاتر از ۳۰ سانتی‌متر بود. در ماه اسفند که مصادف با انتهای گلدهی و تشکیل غلاف‌ها و همچنین شروع رسیدن بود میزان بارندگی بیش از میانگین بلندمدت ۱۰ ساله بوده و باعث غرقاب شدن زمین شد. دوره گرده‌افشانی و یک هفته بعد از آن، زمان بحرانی تعیین تعداد دانه در غلاف می‌باشد و نامناسب بودن شرایط محیطی در این زمان، باعث عقیم شدن گرده‌ها و سقط گلچه‌ها شده و در نتیجه تعداد بذر در غلاف را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۱۶). در این پژوهش، به‌طورکلی سطح ایستابی به‌مدت ۷ روز در مرحله ساقه رفتن، ۲ روز در مرحله گلدهی و ۱۶ روز در مرحله رسیدن در تیمارهای زهکشی بالا بود. به‌طوری‌که بیش‌ترین شدت کاهش را می‌توان در پر شدن و رسیدن دانه دانست. تنش غرقابی در مرحله پرشدن دانه نیز به‌دلیل تسریع در زوال برگ‌ها و خورجین‌ها و در نهایت کاهش تولید مواد فتوسنتزی، سقط شدن دانه و کاهش تعداد دانه را در پی داشت. در پژوهشی، کم‌ترین تعداد غلاف در تیمار با طولانی‌ترین دوره غرقاب (دوره ۹ روزه) در تمام مراحل رشد مشاهده شد (۲۵).



شکل ۲- روزهای دوره کشت که سطح ایستابی بالاتر از عمق ۳۰ سانتی‌متری بود.

Figure 2. The days of growing period with water table depth less than 30 cm.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

در این بررسی، اثر سه نوع سیستم زهکشی زیرزمینی معمولی و یک سیستم زهکشی زیرزمینی دو عمقی همراه با تیمار شاهد بر عملکرد کلزا در اراضی شالیزاری به‌عنوان کشت دوم مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که شاخص‌های مورد بررسی مانند تعداد بوته، تعداد غلاف و عملکرد دانه در کرت‌های دارای سیستم زهکشی زیرزمینی به مقدار قابل‌توجهی بیش‌تر از مقادیر متناظر در تیمار زهکش سطحی بودند. بهبود وضعیت تهویه و تخلیه سریع‌تر آب اضافی خاک در فصل کشت کلزا سبب افزایش قابل‌توجه عملکرد کلزا در تیمار زهکشی زیرزمینی شد. به‌طورکلی، عملکرد دانه در تیمارهای زهکشی با عمق ۰/۹۰ متر و فاصله ۳۰ متر، زهکشی دو عمقی، زهکشی با عمق ۰/٦۵ متر و فاصله ۳۰ متر و زهکشی با عمق ۰/٦۵ متر و فاصله ۱۵ متر به‌ترتیب ۵۵، ۳۵، ۲۹ و ۲۲ درصد بیش‌تر از عملکرد دانه در تیمار زهکشی سطحی بود. با توجه به نتایج این پژوهش و وسعت زیاد اراضی شالیزاری در شمال کشور، استفاده از اراضی در نیمه دوم سال برای کشت کلزا می‌تواند به‌عنوان یک راهکار اساسی در راستای افزایش تولید دانه‌های روغنی و دست‌یابی به خودکفایی در این امر، مورد توجه قرار گیرد. همچنین، نصب زهکش‌های با عمق ۰/۹ متر و فاصله ۳۰ متر و همچنین زهکش‌های دو عمقی می‌تواند با توجه به بهبود وضعیت رطوبتی خاک، باعث عملکرد بیش‌تر کلزا شود.

منابع

1.Agricultural Statistics. 2015. Ministy of Jihad-e-Agriculture, economical planning section. Farmig year of 2013-14. First volume, 169p. (In Persian)

2.Azhar, A.H., Alam, M.M., and Rafiq, M. 2005. Agricultural impact assessment of subsurface drainage projects in Pakistan– crop yield analysis. Pak. J. Water Resour. 9: 1. 1-7.

3.Bange, M.P., Milroy, S.P., and Thongbai, P. 2004. Growth and yield of cotton in response to waterlogging. Field Crops Res. 88: 129-142.

4.Bils Borrow, P.E., Evans, E.J., and Zhoa, F.D. 1993. The influence of spring nitrogen on yield components and glucosinolat content of autumn sown oilseed rape (B. napus). J. Agric. Sci (Camb.) 120: 219-224.

5.Carter, C.E., and Camp, C.R. 1994. Drain spacing effects on water table control and sugarcane yields. Transactions of the ASAE. 37: 5. 1509-1513.

6.Charlief, R., Warmann, G., and Heerm, W. 2000. Great Plains canola research. K-State research and extension are available on the http://www.oznet.ksu.edu.

7.Darzi-Naftchali, A., Mirlatifi, S.M., Shahnazari, A., Ejlali, F., and Mahdian, M.H. 2013. Effect of subsurface drainage on water balance and water table in poorly drained paddy fields. Agric. Water Manage. 130: 61-68.

8.Darzi, A., Mirlatifi, M., Shahnazari, A., Ejlali, F., and Mahdian, M.H. 2012. Influence of surface and subsurface drainage on rice yield and its component in paddy fields. J. Water Res. Agric. 26: 1. 61-71. (In Persian)

9.Evans, J. 1982. Symbiosis, nitrogen and dry matter distribution in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Exp Agric. 18: 339-351.

10.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 rained lowland rice. Aust. J. Exp. Agri. 34: 3. 41-48.

11.Ismail, A.M., Ella, E.S., Vergara, G.V., and Mackill, D.J. 2009. Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in rice. Annual. Botany. 103: 197-209.

www.SID.ir

Archive of SID

12.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 Url: http://www.regional.org.au/au/asa/1998/7/179johnston.htm.
13.Khajapoor, M.A. 1996. Production of Industrial Crops. Isfahan University Press. 182p. (In Persian)
14.Khajehpur, M.R. 2006. Industrial plants, academic jihad publications. Esfahan University Jahad. (In Persian)
15.Malik, A., Colmer, T.D., Lambers, H., and Schortemyer, M. 2001. Changes inphysiological and morphological traits of roots and shoots of wheat in response to different depths of waterlogging. Australian J. Plant. Physiol. 28: 1121-1131.
16.Mandham, N.J., Shipway, P.A., and Scott, R.K. 1981. The effect of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. 96: 389-416.
17.Mathew, E.K., Panda, R.K., and Nair, M. 2001. Influence of subsurface drainage on crop production and soil quality in a low-lying acid sulphate soil. Agric. Water Manage. 47: 191-209.
18.Mohajer, A.R. 2004. Iran will be selfficient in edible oil production in next 12 years. J. Livestock, Cul. Ind. 54: 120. (In Persian)
19.Musgrave, M.E., and Ding, N. 1998. Evaluation wheat cultivars for waterlogging tolerance. Crop Sci. 38: 90-97.
20.Palta, J.A., Ganjeali, A., Turner, N.C., and Siddique, KH.M. 2010. Effects of transient subsurface waterlogging on root growth, biomass and yield of chickpea. Agric. Water Manage. 97: 1469-1476.
21.Peries, R., Johnson, T., Bluett, C., and Wightman, B. 2001. Raised-bed cropping leading the way in high rainfall southern Australia. Proc. 10th Australian Agronomy Conference, Australian Society of Agronomy, Hobart, Jan 2001.
22.Rabiee, M. 2012. Effect of row spacing and nitrogen fertilizer rates on grain yield and agronomic characteristics of rapeseed *cv.* Hayola 308 as second crop in paddy fields of Guilan in Iran. Seed Plant Prod. J. 27: 4. 399-415. (In Persian)
23.Rabiee, M., Karimi, M.M., and Safa, F. 2004. Effect of planting dates on grain yield and agronomic characteristics of rapeseed cultivars as a second crop after rice at Kouchesfahan. Iran. J. Agric. Sci. 35: 1. 177-187. (In Persian)
24.Rabiei, M., and Rahimi, M. 2013. Selection of the best rapeseed genotypes as second crop in paddy fields of Guilan. Elec. J. Crop Prod. 7: 1. 201-213. (In Persian)
25.Rasouli, S.F., Galeshi, S., Pirdashti, H., and Zeinali, E. 2014. Evaluation of waterlogging stress effect on yield and yield components of rapeseed. Elec. J. Crop Prod. 7: 2. 23-41. (In Persian)
26.Ritzema, H.P., Satyanarayana, T.V., Raman, S., and Boonstra, J. 2008. Subsurface drainage to combat waterlogging and salinity in irrigated lands in India: Lessons learned in farmers' fields. Agric. Water Manage. 95: 3. 179-189.
27.Satyanarayana, T.V., and Boonstra, J. 2007. Subsurface drainage pilot area experiences in three irrigated project commands of Andhra Pradesh in India. Irrig and Drain. 56: 245-252.
28.Seefeldt, S.S., Kidwell, K.K., and Waller, J.E. 2002. Base growth temperatures, germination rates and growth response of contemporary spring wheet (*Triticum aestivum* L.) cultivars from the US Pacific Northwest. Field Crop Res. 75: 47-52.
29.Seyed Ahmadi, A.R., Gharineh, M.H., Bakhshandeh, A.M., Fathi, G., and Naderi, A. 2012. Study of phenological and growth of canola cultivars to thermal unit accumulation in three planting dates Ahvaz climate. J. Plant Prod. 19: 4. 97-116. (In Persian)
30.Soltani, A., Kamkar, B., Galeshi, S., and Akramghaderi, F. 2008. Effects of seed deterioration on the depletion of seed and seedling growth of wheat Hetrotrophic. J. Gorgan Univ. Agric. Sci. Natur. Res. 15p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

31.Tahmasbi, M., Galeshi, S., and Sadeghipoor, H. 2011. Morphological and physiological characteristics of wheat in response to the effects of flooding and temperature. Abstracts of articles 1st Conference of strategies to achieve sustainable agriculture. Ahvaz. (In Persian)
32.Visser, E.J.W., and Voesenek, L.A.C.J. 2004. Acclimation to soil flooding sensing and signaltransduction. Plant Soil. 244: 197-214.
33.Wiskow, E., and van der Ploeg, R. 2003. Calculation of drain spacings for optimal rainstorm flood control. J. Hydrol. 272: 163-174.
34.Zhang, H., Turner, N.C., and Poole, M.L. 2004. Yield of wheat and canola in the high rainfall zone of south-western Australia in years with and without a transient perched water table. Austr. J. Agric. Res. 55: 4. 461-470.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(1), 2017
http://jwsc.gau.ac.ir

Investigation of canola yield as a second crop in paddy fields under subsurface drainage

S. Dousti Pashakolaee[1], *A. Shahnazari[2] and M. Jafari Talukolaee[3]

[1]M.Sc. Student of Irrigation and Drainage Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, [2]Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, [3]Ph.D. Student of Irrigation and Drainage Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Received: 05/15/2016; Accepted: 02/14/2017

Abstract

Background and Objectives: In order to provide feasibility of winter cropping in paddy fields, subsurface drainage systems should be installed to overcome waterlogging problems and to remove excess rainfall. In different countries, installation of subsurface drainage in paddy fields caused increases in yield and facilitated working conditions on the land. In Pakistan and India, the installation of subsurface drainage system resulted in increases in cotton, sugarcane, rice, and wheat yields. Totally, evaluation of influences of subsurface drainage systems showed positive effects on rice yields, also it can provide possibility of second crop in paddy fields. Because of new installation of subsurface drainage systems in Northern Iran paddy fields, investigation of canola yield as a second crop has a great importance. By determining amount of yield improvement and harvested yield, farmers and government will have good point of view in future work.

Materials and Methods: In this study, the effect of three conventional subsurface drainage systems and a bi-level drainage system along with a control treatment on canola yield was investigated in paddy fields of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. Experiments were done in randomized complete block design with 5 treatments in 2014-15. Water table depth were measured daily and in harvest time some of crop index like plant number in one square meter, pod number in plant, grain number in pod, 1000 grain weight and yield of canola were determined. Data were compared statistically by Combined ANOVA with least significant difference (LSD) test at the 0.05 probability level in SAS statistical software.

Results: The results of statistical analysis showed that plant number, pod number, 1000 grain weight in subsurface drainage treatments were significantly more than control treatment. Also, the canola yield in subsurface drainage treatments were significantly 425 to 1025 kg ha^{-1} more than that in control treatment. However the rainfall during germination time was much, the drains worked well and water table was lower than 30 cm.

Conclusion: Improvement of aeration and quicker discharge of excess water in subsurface drainage treatments during canola growing season caused more canola yield. Generally, grain yield in drainage treatment with 0.9 m depth and 30 m spacing, Bi-level drainage treatment, drainage treatment with 0.65 m depth and 30 m spacing and drainage treatment with 0.65 m depth and 15 m spacing were 55, 35, 29 and 22% more than that in control treatment. Due to these results and large areas of paddy fields in North of Iran, use of these areas during wet seasons for canola cultivation can be a helpful solution for producing oil grains and achieving to self-sufficiency.

Keywords: Bi-level drainage, Conventional drainage, Hyola 401, Water table

* Corresponding Author; Email: aliponh@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir