

## ارزیابی واکنش گیاه کلزا به مقادیر نیتروژن و رژیم‌های رطوبتی در شرایط کاربرد و عدم کاربرد زئولیت

امیرحسین شیرانی راد<sup>۱\*</sup>، امین مرادی‌اقدم<sup>۱</sup>، توفیق طاهرخانی<sup>۱</sup>، کوروش اسکندری<sup>۱</sup> و اصغر نظری گلشن<sup>۱</sup>

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تاکستان، ایران، shirani.rad@gmail.com

### چکیده

به منظور ارزیابی واکنش گیاه کلزا به مقادیر نیتروژن و رژیم‌های رطوبتی در شرایط کاربرد و عدم کاربرد زئولیت، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان اجرا شد که در آن عامل آبیاری در دو سطح شامل آبیاری معمول (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، عامل زئولیت در سه سطح عدم کاربرد و مصرف ۵ و ۱۰ تن در هکتار، عامل نیتروژن نیز در سه سطح صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بودند. در این آزمایش از رقم اصلاح شده Okapi استفاده گردید. نتایج حاصل نشان داد که اثر ساده آبیاری، نیتروژن و زئولیت و همچنین اثر متقابل دو گانه آبیاری و نیتروژن، آبیاری و زئولیت و نیتروژن و زئولیت بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد، به طوری که آبیاری معمول به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ۱۰ تن زئولیت در هکتار با میانگین ۵۲۷۸ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن و زئولیت با میانگین ۵۹۹ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. به طور کلی در شرایط آبیاری معمول، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و مصرف ۱۰ تن زئولیت در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن زئولیت در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را تولید نمودند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، آبیاری، نیتروژن، زئولیت، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت.

### مقدمه

خاک است تا ضمن افزایش کارایی مصرف آب و کاهش تلفات آب، به خاک و محیط زیست هم آسیبی وارد ننماید. بنابراین شناسایی و به کار بردن این مواد و مصرف آنها در کشاورزی بسیار حائز اهمیت است. یکی از راهکارهای جدید استفاده از زئولیت با فرمول کلی  $AlO_2SiO_2.H_2O$  است. زئولیت قادر است که نقش مهمی در کاهش و

یکی از راه‌های اساسی در توسعه امر کشاورزی، افزایش بهره‌وری از منابع آب و خاک محسوب شده و بالا بردن کارایی مصرف آب و کاهش تلفات آب عاملی است که افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی را به همراه دارد. یکی از روش‌های مورد نظر محققان کشاورزی، افزودن پلیمرهای سوپر جاذب جهت افزایش بهره‌وری آب

آدرس نویسنده مسئول: دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، گروه زراعت و اصلاح نباتات.

\* دریافت: ۹۰/۶/۱۴ و پذیرش: ۹۰/۹/۳۰

Burriesci et al., Anonymous, 2004a) (1994). کشورهای نظیر آمریکا، کوبا، روسیه، ژاپن، ایتالیا، آفریقای جنوبی، پرتغال و بلغارستان ذخایر غنی از کانی زئولیت را داشته و امکان تولید آن را دارند (Anonymous, 2004b). گیاهان تحت تنش‌های مختلف از جمله خشکی، میزان رادیکال-های آزادشان افزایش می‌یابد و در نتیجه عملکردشان کاهش می‌یابد (Barry and John, 1994; Harmant, 1995). زئولیت با قابلیت تبادل یونی بالا و بار منفی یک گیرنده ایده‌آل برای کاتیون‌های با بار مثبت مثل سدیم، پتاسیم، باریم و کلسیم و ترکیبات مثبت مانند آب و آمونیاک است (Flanigen and Mumpton, 1991). واکنش-های غیرفعال و فعال رادیکال‌های O<sub>2</sub> در فرایند تخریبی یا آسیب دیدگی سلولی نقش دارند (Kocakusak, 1995). زئولیت می‌تواند تا ۶۰ درصد وزن خودش آب جذب کند که این ناشی از تخلخل بالای آن در اثر ساختمان بلوری آن است. زئولیت ثابت ماندن مخزن آب در دوران خشکی را تضمین می‌کند (Moran et al., 1994). در مطالعات زیادی اهمیت تغذیه نیتروژن در رشد و عملکرد کلزا نشان داده شده است. زراعت کلزا نیاز فراوانی به نیتروژن دارد و نیاز گیاه بیشتر از آن چیزی است که در بیشتر خاک‌ها تأمین می‌شود. بنابراین استفاده از کود نیتروژن برای تولید عملکرد بهینه ضروری می‌باشد. نیتروژن یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده پروتئین می‌باشد که در گیاه به شکل معدنی، آمونیم یا نترات جذب و موجب تشکیل پروتئین می‌گردد. افزایش مصرف نیتروژن، میزان پروتئین و میزان پروتوپلاسم را می‌افزاید. در نتیجه این افزایش اندازه سلول، سطح برگ بزرگ‌تر شده، بنابراین فعالیت فتوسنتزی بیشتر می‌گردد و تأثیر همه جانبه آن افزایش سریع رشد نبات خواهد بود که در قالب آن تعداد گل و احتمالاً خورجین بیشتری تشکیل

اصلاح تنش خشکی ایفا نماید، زیرا از طریق سیستم ریشه‌ای رطوبت کافی جهت جلوگیری از خشک شدن ریشه‌ها ایجاد می‌نماید و پس از کشت حداکثر آب‌رسانی را تضمین کرده و شوک‌های ناشی از تنش کم آبی را به حداقل می‌رساند و با کاهش تنش ناشی از کم آبی و در اختیار گذاردن آب کافی سبب افزایش عملکرد و بهبود کارایی مصرف آب می‌شوند. نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف گیاهان زراعی به ویژه در گیاه کلزا می‌باشد. این عنصر در افزایش رشد رویشی جهت فراهم نمودن منبع قوی تولید مواد فتوسنتزی نقش بسزایی ایفا می‌نماید. مسلماً با داشتن منبع قوی، مخزن‌های بیشتری نیز تشکیل می‌گردد و این امر در نهایت سبب بهبود کمیت و کیفیت محصول تولیدی کلزا می‌شود. اگر چه زئولیت دارای عناصر زیادی می‌باشد، اما از نظر نیتروژن فقیر است، لذا مصرف نیتروژن می‌تواند مکمل غذایی مناسبی به همراه زئولیت برای تولید دانه در گیاه کلزا باشد. طی آزمایشات صورت گرفته دیده شد، متوسط ماده خشک به دست آمده در تیمارهای حاوی پلیمر سوپرجاذب نسبت به تیمارهای فاقد پلیمر (شاهد) در گونه (Panicum antidotalea) تقریباً ۲ برابر بوده و همچنین بازده آبیاری (میزان محصول به ازای واحد حجم آب مصرفی gr.lit) در تیمارهای مختلف نشان داد متوسط بازده آبیاری در تیمارهای حاوی پلیمر ۴۶٪ و در تیمار شاهد (فاقد پلیمر) ۲۱٪ بوده است (بانج شفیع، ۱۳۸۱). آزمایش بر روی دو گیاه سویا و آفتابگردان نشان داد که ایگتا (نوعی پلیمر سوپرجاذب) سبب کاهش روآناب سطحی و افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و در نهایت بالا رفتن میزان کارایی مصرف آب می‌شود (کریمی، ۱۳۷۲). زئولیت به طور موفقیت آمیزی در کشت گسترده محصولات زراعی و باغی نظیر غلات، سبزیجات، انگور و سایر میوه‌ها استفاده گردیده است

خواهد شد. از آنجایی که خود خورجین‌ها محلی برای فعالیت فتوسنتزی جهت تولید ماده خشک دانه می‌باشند، بنابراین همبستگی بین کاربرد بالای نیتروژن و عملکرد بالا مشخص می‌گردد و با کاربرد بیشتر نیتروژن نسبت بیشتری از مواد فتوسنتزی به تشکیل پروتئین اختصاص یافته و پتانسیل تولید هیدرات‌های کربن کاهش می‌یابد و این عامل سبب کاهش میزان روغن در کلزا می‌گردد. البته رابطه بین افزایش عملکرد روغن و کاهش درصد آن طوری است که بیشترین بهره‌وری مصرف کود نیتروژن با قدری کاهش درصد روغن حاصل می‌گردد. تعیین غلظت مناسب ژئولیت و میزان مطلوب نیتروژن در زراعت کلزا به ویژه در شرایط تنش کم آبی بسیار ضروری است. لذا این تحقیق با اهداف بهینه‌سازی مصرف نیتروژن در رژیم‌های مختلف رطوبتی از طریق کاربرد ژئولیت در زراعت کلزا، و بررسی اثر کاربرد ژئولیت و نیتروژن بر عملکرد دانه و روغن کلزا در شدت‌های مختلف تنش کم آبی انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور ارزیابی واکنش گیاه کلزا به مقادیر نیتروژن و رژیم‌های رطوبتی در شرایط کاربرد و عدم کاربرد ژئولیت، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در منطقه تاکستان اجرا شد که در آن عامل آبیاری در دو سطح شامل آبیاری معمول (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، عامل ژئولیت در سه سطح عدم کاربرد و مصرف ۵ و ۱۰ تن در هکتار، عامل نیتروژن نیز در سه سطح صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بودند. در این آزمایش از رقم اصلاح شده Okapi استفاده گردید. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت با فاصله خطوط ۳۰

سانتی‌متر و تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع بود و طول آن ۵ متر در نظر گرفته شد، بین بلوک‌ها برای جلوگیری از اختلاط تیمارهای مختلف موجود، ۶ متر فاصله در نظر گرفته شد و برای هر بلوک، سرآب و فاز آب جداگانه طراحی گردید. هم‌چنین بین کرت‌های اصلی در هر بلوک ۲/۴ متر فاصله منظور شد. کوددهی و تغذیه گیاه بر اساس آزمون خاک و توصیه کودی انجام گردید. به طور کلی برای تامین پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم و برای تامین فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل به صورت پایه قبل از کشت استفاده شده و برای تامین نیتروژن مورد نیاز نیز از کود اوره در سه مرحله (یک سوم در مرحله ۴-۲ برگی، یک سوم در مرحله ساقه‌دهی و یک سوم در مرحله شروع گل‌دهی) استفاده گردید. در پایان آزمایش صفاتی نظیر ارتفاع گیاه، تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تعیین شدند. برای اندازه‌گیری صفات ارتفاع بوته از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و میانگین آنها به عنوان صفت مربوطه برای آن کرت آزمایشی منظور گردید. سپس در این ۱۰ بوته، تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد خورجین در شاخه‌ها تعیین شد و از مجموع این دو صفت، تعداد خورجین در بوته محاسبه گردید. در زمان رسیدن کامل گیاه و پس از حذف خطوط حاشیه هر کرت آزمایشی به صورت نیم متر از ابتدا و انتهای آنها، بقیه بوته‌ها کف بر شدند و چند روز در سطح کرت آزمایشی قرار داده شدند و سپس وزن آنها تعیین شد و عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید. سپس با استفاده از کمباین، دانه‌ها از داخل خورجین‌ها جدا شدند و وزن دانه‌های هر کرت آزمایشی محاسبه گردید و عملکرد دانه به دست آمد. از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت تعیین شد.

## نتایج و بحث

## ارتفاع گیاه

اثر ساده آبیاری، نیتروژن و ژئولیت و همچنین اثر متقابل دو گانه آبیاری و نیتروژن بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد و اثر متقابل نیتروژن و ژئولیت بر این صفت در سطح پنج درصد معنی‌دار گردیدند (جدول ۱). آبیاری معمول با میانگین ۱۲۶/۷ سانتی-متر نسبت به قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد با میانگین ۸۷/۵ سانتی-متر، برتری معنی‌دار داشت. مقادیر نیتروژن از لحاظ صفت مذکور در سه گروه آماری قرار گرفتند، به طوری که با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، ارتفاع گیاه از ۶۵/۱ به ۱۳۹/۵ سانتی-متر افزایش نشان داد. مقادیر ژئولیت نیز از نظر این صفت در سه گروه آماری واقع شدند و با افزایش مصرف ژئولیت از صفر به ۱۰ تن در هکتار، ارتفاع گیاه از ۹۸/۶ به ۱۱۵ سانتی-متر افزایش یافت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نشان داد که آبیاری معمول به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۱۶۶/۹ سانتی-متر، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۵۷/۵ سانتی-متر، کمترین ارتفاع گیاه را به خود اختصاص دادند. به طور کلی در هر دو شرایط آبیاری، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بالاترین ارتفاع گیاه را تولید نمودند (جدول ۳). مقادیر ژئولیت نیز از نظر این صفت در سه گروه آماری قرار گرفتند، به طوری که با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۷۵ کیلوگرم در هکتار، تعداد خورجین در گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). آبیاری معمول با میانگین ۶۷/۵ عدد نسبت به قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد با میانگین ۴۰/۱ عدد، برتری معنی‌دار داشت. مقادیر نیتروژن از لحاظ این صفت در سه گروه آماری قرار گرفتند، به طوری که با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۷۵ کیلوگرم در هکتار، تعداد خورجین در گیاه از ۳۶/۲ به ۶۷ عدد افزایش نشان داد. مقادیر ژئولیت نیز از نظر صفت مذکور در سه گروه آماری واقع شدند و با افزایش مصرف ژئولیت از صفر به ۱۰ تن در هکتار، تعداد

داد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار با میانگین ۱۵۰/۶ سانتی-متر، بیشترین و عدم مصرف نیتروژن و ژئولیت با میانگین ۵۸/۳ سانتی-متر، کمترین ارتفاع گیاه را به خود اختصاص دادند. هم‌چنین در هر سطح نیتروژن، مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار، بالاترین ارتفاع گیاه را تولید نمود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری، نیتروژن و ژئولیت نشان داد که آبیاری معمول به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ۱۰ تن ژئولیت در هکتار با میانگین ۱۷۸/۶ سانتی-متر، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن و ژئولیت با میانگین ۵۰/۷ سانتی-متر، کمترین ارتفاع گیاه را به خود اختصاص دادند. به طور کلی در هر دو شرایط آبیاری، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار، بالاترین ارتفاع گیاه را تولید نمودند (جدول ۴).

## تعداد خورجین در گیاه

اثر ساده آبیاری، نیتروژن و ژئولیت و همچنین اثر متقابل دو گانه آبیاری و نیتروژن، آبیاری و ژئولیت، نیتروژن و ژئولیت و اثر متقابل سه گانه آبیاری، نیتروژن و ژئولیت بر تعداد خورجین در گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). آبیاری معمول با میانگین ۶۷/۵ عدد نسبت به قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد با میانگین ۴۰/۱ عدد، برتری معنی‌دار داشت. مقادیر نیتروژن از لحاظ این صفت در سه گروه آماری قرار گرفتند، به طوری که با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۷۵ کیلوگرم در هکتار، تعداد خورجین در گیاه از ۳۶/۲ به ۶۷ عدد افزایش نشان داد. مقادیر ژئولیت نیز از نظر صفت مذکور در سه گروه آماری واقع شدند و با افزایش مصرف ژئولیت از صفر به ۱۰ تن در هکتار، تعداد

خورجین در گیاه از ۴۵/۹ به ۵۹/۶ عدد افزایش یافت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نشان داد که آبیاری معمول به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۸۱/۲ عدد، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۲۴/۶ عدد، کمترین تعداد خورجین در گیاه را به خود اختصاص دادند. به طور کلی در شرایط آبیاری معمول، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بالاترین تعداد خورجین در گیاه را تولید نمودند. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و ژئولیت نشان داد که آبیاری معمول و مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار با میانگین ۷۳/۲ عدد، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف ژئولیت با میانگین ۳۲/۲ عدد، کمترین تعداد خورجین در گیاه را به خود اختصاص دادند. علاوه بر این در هر دو شرایط آبیاری، مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار، بالاترین تعداد خورجین در گیاه را تولید کرد. مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و ژئولیت نشان داد که مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار با میانگین ۷۶/۱ عدد، بیشترین و عدم مصرف نیتروژن و ژئولیت با میانگین ۳۱/۸ عدد، کمترین تعداد خورجین در گیاه را به خود اختصاص دادند. هم‌چنین در هر سطح نیتروژن، مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار، بالاترین تعداد خورجین در گیاه را تولید نمود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری، نیتروژن و ژئولیت نشان داد که آبیاری معمول به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ۱۰ تن ژئولیت در هکتار با میانگین ۸۶/۷ عدد، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن و ژئولیت با میانگین ۲۰/۹ عدد، کمترین تعداد خورجین در گیاه را به خود

اختصاص دادند. به طور کلی در شرایط آبیاری معمول، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار، بالاترین تعداد خورجین در گیاه را تولید نمودند (جدول ۴).

#### عملکرد بیولوژیک

اثر ساده آبیاری، نیتروژن و ژئولیت بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار شدند و اثر متقابل دو گانه آبیاری و نیتروژن بر این صفت در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). آبیاری معمول با میانگین ۱۶۵۲۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد با میانگین ۱۳۵۹۴ کیلوگرم در هکتار، برتری معنی‌دار داشت. مقادیر نیتروژن از لحاظ صفت مذکور در سه گروه آماری قرار گرفتند، به طوری‌که با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیولوژیک از ۱۱۳۳۰ به ۱۷۷۱۰ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد. مقادیر ژئولیت نیز از نظر این صفت در سه گروه آماری واقع شدند و با افزایش مصرف ژئولیت از صفر به ۱۰ تن در هکتار، عملکرد بیولوژیک از ۱۴۴۲۰ به ۱۵۶۷۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نشان داد که آبیاری معمول به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۱۹۳۱۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۱۰۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. به طور کلی در هر دو شرایط آبیاری، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بالاترین عملکرد بیولوژیک را تولید نمود.

شدند (جدول ۱). آبیاری معمول با میانگین ۲۰/۲۴ درصد نسبت به قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد با میانگین ۱۱/۶۲ درصد، برتری معنی‌دار داشت. مقادیر نیتروژن از لحاظ صفت مذکور در سه گروه آماری قرار گرفتند، به طوری‌که با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۷۵ کیلوگرم در هکتار، شاخص برداشت از ۱۱/۷۱ به ۲۰ درصد افزایش پیدا کرد. مقادیر نیتروژن از نظر این صفت در دو گروه آماری واقع شدند و با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۰ تن در هکتار، شاخص برداشت از ۱۲/۸۷ به ۱۷/۸۸ درصد افزایش یافت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نشان داد که آبیاری معمول به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۲۳/۹۸ درصد، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۷/۴۸ درصد، کمترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند. به طور کلی در شرایط آبیاری معمول، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بالاترین شاخص برداشت را تولید نمودند. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نشان داد که آبیاری معمول و مصرف ۱۰ تن نیتروژن در هکتار با میانگین ۲۲/۴۴ درصد، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۹/۱۵ درصد، کمترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند. علاوه بر این در هر دو شرایط آبیاری، مصرف ۱۰ تن نیتروژن در هکتار، بالاترین شاخص برداشت را تولید کرد. مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و نیتروژن نشان داد که مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن نیتروژن در هکتار با میانگین ۲۲/۹۴ درصد، بیشترین و عدم مصرف نیتروژن و نیتروژن با میانگین ۱۰/۱۷ درصد، کمترین شاخص

مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نشان داد که آبیاری معمول و مصرف ۱۰ تن نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۷۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۱۲۹۰۰ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. علاوه بر این در هر دو شرایط آبیاری، مصرف ۱۰ تن نیتروژن در هکتار، بالاترین عملکرد بیولوژیک را تولید کرد. مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و نیتروژن نشان داد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۸۱۹۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و عدم مصرف نیتروژن و نیتروژن با میانگین ۱۰۶۶۰ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. همچنین در هر سطح نیتروژن، مصرف ۱۰ تن نیتروژن در هکتار، بالاترین عملکرد بیولوژیک را تولید نمود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری، نیتروژن و نیتروژن نشان داد که آبیاری معمول به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ۱۰ تن نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۹۸۰۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن و نیتروژن با میانگین ۹۱۲۶ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. به طور کلی در هر دو شرایط آبیاری، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن نیتروژن در هکتار، بالاترین عملکرد بیولوژیک را تولید نمودند (جدول ۴).

#### شاخص برداشت

اثر ساده آبیاری، نیتروژن و نیتروژن و همچنین اثر متقابل دو گانه آبیاری و نیتروژن و نیتروژن و نیتروژن بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار

برداشت را به خود اختصاص دادند. همچنین در هر سطح نیتروژن، مصرف ۱۰ تن ژنولیت در هکتار، بالاترین شاخص برداشت را تولید نمود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری، نیتروژن و ژنولیت نشان داد که آبیاری معمول به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ۱۰ تن ژنولیت در هکتار با میانگین ۲۶/۶۷ درصد، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن و ژنولیت با میانگین ۶/۵۹ درصد، کمترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند. به طور کلی در شرایط آبیاری معمول، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن ژنولیت در هکتار و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را تولید نمودند. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و ژنولیت نشان داد که آبیاری معمول و مصرف ۱۰ تن ژنولیت در هکتار با میانگین ۳۹۳۹ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف ژنولیت با میانگین ۱۲۱۱ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. علاوه بر این در هر دو شرایط آبیاری، مصرف ۱۰ تن ژنولیت در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را تولید کرد. مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و ژنولیت نشان داد که مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن ژنولیت در هکتار با میانگین ۳۸۴۱ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و عدم مصرف نیتروژن و ژنولیت با میانگین ۱۱۱۰ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. همچنین در هر سطح نیتروژن، مصرف ۱۰ تن ژنولیت در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را تولید نمود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری، نیتروژن و ژنولیت نشان داد که آبیاری معمول به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ۱۰ تن ژنولیت در هکتار با میانگین ۵۲۷۸ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و عدم مصرف نیتروژن و ژنولیت با میانگین ۵۹۹ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد

عملکرد دانه

اثر ساده آبیاری، نیتروژن و ژنولیت و همچنین اثر متقابل دو گانه آبیاری و نیتروژن، آبیاری و ژنولیت و نیتروژن و ژنولیت بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). آبیاری معمول با میانگین ۳۴۴۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد با میانگین ۱۶۳۱ کیلوگرم در هکتار، برتری معنی‌دار داشت. مقادیر نیتروژن از لحاظ صفت مذکور در سه گروه آماری قرار گرفتند، به طوری که با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۷۵ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه از ۱۳۸۴ به ۳۲۵۵ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد. مقادیر ژنولیت نیز از نظر این صفت در سه گروه آماری واقع شدند و با افزایش مصرف ژنولیت از صفر به ۱۰ تن در هکتار، عملکرد دانه از ۱۹۶۱ به ۲۹۴۲ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (جدول ۲). مقایسه

دانه را به خود اختصاص دادند. به طور کلی در شرایط آبیاری معمول، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل دهی به بعد، مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را تولید نمودند (جدول ۴).

### نتیجه گیری کلی

- ۱- کاربرد ژئولیت در رژیم‌های مختلف رطوبتی سبب افزایش عملکرد دانه گیاه کلزا می‌گردد.
- ۲- گیاه کلزا در شرایط تنش خشکی به نیتروژن کمتری نیاز دارد.
- ۳- در شرایط آبیاری معمول، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار در زراعت کلزا توصیه می‌شود.
- ۴- در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل دهی به بعد، مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه مصرف ۱۰ تن ژئولیت در هکتار در زراعت کلزا توصیه می‌گردد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از طرح پژوهشی انجام شده با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان می‌باشد که نگارنده بر خود وظیفه می‌داند از ریاست محترم واحد، جناب آقای دکتر طاهری و معاونت محترم پژوهشی جناب آقای مهندس سیدمهدی سیاه پوش و کلیه اعضاء محترم شورای پژوهشی دانشگاه به پاس ارائه امکانات و تجهیزات لازم برای انجام این طرح کمال سپاسگزاری را ابراز نماید.

جدول ۱- تجزیه واریانس ساده برخی از صفات مورد آزمون (تاکستان: ۱۳۸۹-۱۳۸۸)

میانگین مربعات					درجه آزادی	منبع تغییرات
شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	تعداد خورجین در گیاه	ارتفاع گیاه		
۳/۲۱۱ <sup>ns</sup>	۲۱۷۲۵۳۰/۳۸۹ <sup>**</sup>	۲۱۹۸۹۶/۰۵۶ <sup>ns</sup>	۷۵/۹۱۲ <sup>**</sup>	۶/۴۰۲ <sup>*</sup>	۲	تکرار
۱۰۰۳/۷۹۹ <sup>**</sup>	۱۱۵۸۵۲۲۰۴/۱۶۷ <sup>**</sup>	۴۴۴۶۱۱۴۸/۱۶۷ <sup>**</sup>	۱۰۱۱۸/۸۲۷ <sup>**</sup>	۲۰۷۵۶/۴۰۲ <sup>**</sup>	۱	آبیاری
۳۰۸/۹۴ <sup>**</sup>	۱۹۹۱۳۲۹۹۴/۶۶۷ <sup>**</sup>	۱۸۳۶۰۵۸۰/۶۶۷ <sup>**</sup>	۴۵۳۸/۲۰۵ <sup>**</sup>	۶۶۰۲۶۲۰۱ <sup>**</sup>	۲	نیترژن
۲۲۷/۳۹۳ <sup>**</sup>	۷۶۲۳۶۸/۶۶۷ <sup>*</sup>	۷۷۲۹۹۲۸/۶۶۷ <sup>**</sup>	۱۳۱۰/۸۰۲ <sup>**</sup>	۲۰۲۹/۰۸۷ <sup>**</sup>	۲	آبیاری × نیترژن
۱۲۹/۸۵۴ <sup>**</sup>	۷۱۰۴۵۳۸/۱۶۷ <sup>**</sup>	۴۷۳۹۵۱۸/۱۶۷ <sup>**</sup>	۹۰۷/۱۵۱۵ <sup>**</sup>	۱۲۱۳/۵۶۵ <sup>**</sup>	۲	زئولیت
۴/۸۱۴ <sup>ns</sup>	۳۲۲۰۸/۱۶۷ <sup>ns</sup>	۳۳۴۵۳۵/۱۶۷ <sup>**</sup>	۶۱۳۲ <sup>**</sup>	۲۲/۲۵۲ <sup>ns</sup>	۲	آبیاری × زئولیت
۱۶/۸۳۶ <sup>**</sup>	۲۰۹۱۳۴/۴۱۷ <sup>ns</sup>	۵۱۹۵۶۲/۴۱۷ <sup>**</sup>	۱۱۳/۱۹ <sup>**</sup>	۴۲/۰۸۵ <sup>*</sup>	۴	نیترژن × زئولیت
۵/۴ <sup>ns</sup>	۱۵۵۷۰/۹۱۷ <sup>ns</sup>	۱۵۹۵۳۴/۴۱۷ <sup>ns</sup>	۳۱/۸۶۲ <sup>**</sup>	۹/۱۴۷ <sup>ns</sup>	۴	آبیاری × نیترژن × زئولیت
۲/۹۱۸	۲۲۴۵۱۶/۹۱۸ <sup>ns</sup>	۷۶۶۵۲/۸۷۹	۱/۸۶۷	۱۱/۹۶۴	۳۴	خطا
۱۰/۷۲	۳/۱۵	۱۰/۹۱	۳/۵۴	۳/۲۳	ضریب تغییرات (درصد)	

ns: غیر معنی دار و \* و \*\* معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی از صفات مورد آزمون (تاکستان: ۱۳۸۹-۱۳۸۸)

میانگین						تیمار	
شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خورجین در گیاه	ارتفاع گیاه (سانتی متر)			
۲۰/۲۴	a	۱۶۵۲۴	a	۳۴۴۶	a	۱۲۶/۷	آبیاری معمول
۱۱/۶۲	b	۱۳۵۹۴	b	۱۶۳۱	b	۸۷/۵	قطع آبیاری از مرحله گل دهی به بعد
نیترژن (کیلوگرم در هکتار)							
۱۱/۷۱	c	۱۱۳۳۰	c	۱۳۸۴	c	۳۶/۲	۰
۲۰	a	۱۶۱۴۰	b	۳۲۵۵	a	۶۷	۷۵
۱۶/۰۸	b	۱۷۷۱۰	a	۲۹۷۷	b	۵۸/۱	۱۵۰
زئولیت (تن در هکتار)							
۱۲/۸۷	b	۱۴۴۲۰	c	۱۹۶۱	c	۴۵/۹	۰
۱۷/۰۴	a	۱۵۰۹۰	b	۲۷۱۲	b	۵۵/۸	۵
۱۷/۸۸	a	۱۵۶۷۰	a	۲۹۴۲	a	۵۹/۶	۱۰

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار با آزمون دانکن در سطح ۵٪ می باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی از صفات مورد آزمون (تاکستان : ۱۳۸۹-۱۳۸۸)

میانگین							تیمار	تیمار			
شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خورجین در گیاه	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	تیمار	تیمار					
۱۵/۹۵	c	۱۲۵۵۰	e	۲۰۰۷	d	۴۷/۷	d	۷۲/۶	e	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	آبیاری
۲۰/۷۹	b	۱۷۷۱۰	b	۳۹۶۷	b	۷۳/۴	b	۱۴۰/۷	b	۷۵	معمول
۲۳/۹۸	a	۱۹۳۱۰	a	۴۶۳۴	a	۸۱/۲	a	۱۶۶/۹	a	۱۵۰	
۷/۴۸	d	۱۰۱۰۰	f	۷۶۰	f	۲۴/۶	f	۵۷/۵	f	۰	قطع آبیاری از مرحله گل دهی به بعد
۱۹/۲	b	۱۴۵۷۰	d	۲۸۱۳	c	۶۰/۶	c	۹۲/۹	d	۷۵	
۸/۱۷	d	۱۶۱۲۰	c	۱۳۲۰	e	۳۵	e	۱۱۲/۱	c	۱۵۰	
										زئولیت (تن در هکتار)	آبیاری
۱۶/۵۸	b	۱۵۹۳۰	c	۲۷۱۲	b	۵۹/۵	c	۱۱۷	c	۰	
۲۱/۷	a	۱۶۵۴۰	b	۳۶۸۷	a	۶۹/۶	b	۱۲۷/۷	b	۵	معمول
۲۲/۴۴	a	۱۷۱۰۰	a	۳۹۳۹	a	۷۳/۲	a	۱۳۵/۵	a	۱۰	
۹/۱۵	d	۱۲۹۰۰	f	۱۲۱۱	d	۳۲/۲	f	۸۰/۲	f	۰	قطع آبیاری از مرحله گل دهی به بعد
۱۲/۳۸	c	۱۳۶۴۰	e	۱۷۳۸	c	۴۲	e	۸۷/۸	e	۵	
۱۳/۳۲	c	۱۴۲۴۰	d	۱۹۴۵	c	۴۶	d	۹۴/۵	d	۱۰	
										زئولیت (تن در هکتار)	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)
۱۰/۱۷	e	۱۰۴۶۰	h	۱۱۱۰	f	۳۱/۸	h	۵۸/۳	i	۰	
۱۲/۰۷	de	۱۱۴۲۰	g	۱۴۳۴	ef	۳۶/۵	g	۶۶/۲	h	۵	
۱۲/۹	cd	۱۲۱۰۰	f	۱۶۰۷	e	۴۰/۳	f	۷۰/۷	g	۱۰	
۱۴/۷۶	c	۱۵۵۴۰	e	۲۳۱۴	d	۵۳/۴	e	۱۰۹/۱	f	۰	
۲۲/۲۹	a	۱۶۱۶۰	d	۳۶۱۲	ab	۷۱/۶	b	۱۱۷/۸	e	۵	۷۵
۲۲/۹۴	a	۱۶۷۲۰	c	۳۸۴۱	a	۷۶/۱	a	۱۲۳/۷	d	۱۰	
۱۳/۶۶	cd	۱۷۲۵۰	bc	۲۶۴۰	d	۵۲/۴	e	۱۲۸/۴	c	۰	
۱۶/۷۷	b	۱۷۶۹۰	ab	۳۰۹۲	c	۵۹/۵	d	۱۳۹/۴	b	۵	۱۵۰
۱۷/۸	b	۱۸۱۹۰	a	۳۳۸۰	bc	۶۲/۵	c	۱۵۰/۶	a	۱۰	

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار با آزمون دانکن در سطح ۵٪ می باشند.

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی از صفات مورد آزمون (تاکستان : ۱۳۸۹-۱۳۸۸)

میانگین										زئولیت (تن در هکتار)	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	آبیاری
شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خورجین در گیاه	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	j	i	h	g	f			
۱۳/۷۶	gh	۱۱۷۹۰	n	۱۶۲۱	hi	۴۲/۷	j	۶۵/۹	m	۰		معمول
۱۶/۷۳	fg	۱۲۶۲۰	m	۲۱۱۲	g	۴۸/۲	i	۷۲/۶	l	۵	۰	
۱۷/۳۵	ef	۱۳۲۶۰	lm	۲۲۸۷	g	۵۲/۳	h	۷۹/۲	k	۱۰		
۱۶/۰۷	gh	۱۷۱۲۰	ef	۲۷۵۲	f	۶۲/۷	g	۱۳۰/۸	e	۰		
۲۳/۰۲	bc	۱۷۷۵۰	de	۴۰۸۷	bc	۷۶/۹	d	۱۴۲/۶	d	۵	۷۵	
۲۳/۲۹	bc	۱۸۲۶۰	cd	۴۲۵۳	b	۸۰/۷	c	۱۴۸/۷	c	۱۰		
۱۹/۹۳	ef	۱۸۸۸۰	bc	۳۷۶۲	cd	۷۳/۲	e	۱۵۴/۲	c	۰		
۲۵/۳۶	ab	۱۹۲۵۰	ab	۴۸۶۲	a	۸۳/۷	b	۱۶۷/۹	b	۵	۱۵۰	
۲۶/۶۷	a	۱۹۸۰۰	a	۵۲۷۸	a	۸۶/۷	a	۱۷۸/۶	a	۱۰		
۶/۵۹	i	۹۱۲۶	d	۵۹۹	l	۲۰/۹	p	۵۰/۷	o	۰		
۷/۴۱	i	۱۰۲۲۰	o	۷۵۶	kl	۲۴/۷	o	۵۹/۸	n	۵	۰	
۸/۴۵	i	۱۰۹۵۰	o	۹۲۶	jkl	۲۸/۲	n	۶۲/۱	mh	۱۰		
۱۳/۴۵	h	۱۳۹۶۰	kl	۱۸۷۵	gh	۴۴/۱	j	۸۷/۳	j	۰		
۲۱/۵۵	cd	۱۴۵۷۰	jk	۳۱۳۶	ef	۶۶/۲	f	۹۲/۹	ij	۵	۷۵	
۲۲/۵۹	bcd	۱۵۱۸۰	ij	۳۴۲۸	de	۷۱/۵	e	۹۸/۶	hi	۱۰		
۷/۴	i	۱۵۶۳۰	hi	۱۱۵۸	ijk	۳۱/۶	m	۱۰۲/۷	h	۰		
۸/۱۹	i	۱۶۱۴۰	gh	۱۳۲۱	ij	۳۵/۲	l	۱۱۰/۸	g	۵	۱۵۰	
۸/۹۹	i	۱۶۵۹۰	fg	۱۴۸۲	hi	۳۸/۳	k	۱۲۲/۷	f	۱۰		

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار با آزمون دانکن در سطح ۰.۵٪ می باشند.

### فهرست منابع:

۱. بانج شفیع، ش.، ۱۳۸۱. تأثیر پلیمرهای سوپرجاذب بر روی افزایش رطوبت خاک، بازدهی کود و استقرار گونه *Panicum antidotalea*. بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع.
۲. کریمی، ا.، ۱۳۷۲. بررسی تأثیر ماده اصلاحی ایگتا روی برخی از خصوصیات فیزیکی خاک و رشد گیاه، دانشگاه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد.

3. Anonymous., 2004 a. Zeolite. <http://www.enlimining.net>
4. Anonymous., 2004 b. Manufacture of slow release fertilizers and soil amendment.
5. Barry, H. and John, M.C.G., 1994. Oxygen toxicity, oxygen radicals and catalytic metalions. *Method Enzymes*. 186: 1- 16.
6. Burriesci, N., Valente, S. and Ottana, R., 1994. Utilization of zeolites in spinach growing. *Zeolites*. 4: 5- 8.
7. Flanigen, M. and Mumpton. F.A., 1991. Commercial properties of natural Zeolites. *Mineralogy and Geology of Natural Zeolites, Review in Mineralogy. Miner. American*. 4: 165- 175.
8. Harmant, F., 1995. Superoxide radical and superoxide dismutases. *Radical Chem*. 64: 97- 112.
9. Kocakusak, S., 1995. Crystal structure of zeolite as a function ion exchange. *Rigacu Journal*. 12 (2): 14- 34.
10. Moran, J.F., Becana, M. and Frechilla, S., 1994. Drought induces oxidative stress in Pea plants. *Planta*. 194: 346- 352.