کد مقاله: CSC18_1076

هجدهمین کنگره ملی و چهارمین کنگره بین‌المللی
علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران
18th Iranian National & 4th International Crop Sciences Congress
Ferdowsi University of Mashhad, Iran
Sept. 10 – 12th , 2024
دانشگاه فردوسی مشهد
۲۲ – ۲۰ شهریورماه ۱۴۰۳

بررسی محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها در گیاه مادری و تأثیر آن بر رشد جنین و جوانه‌زنی بذر دو ژنوتیپ کاملینا (*Camelina sativa* L.)

اکرم رستمی‌پور۱، سحر رحمانی۲، رضا توکل افشاری۳*

۱- دانشجوی دکتری علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه فردوسی مشهد/ ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر/ ۳- استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

*- نویسنده مسئول: رضا توکل افشاری **Email:** Tavakolafshari@um.ac.ir

ارائه‌دهنده: رضا توکل افشاری

رستمی‌پور، ا.، رحمانی، س.، توکل افشاری، ر. (۱۴۰۳). بررسی محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر گیاه مادری و تأثیر آن بر مراحل رشد و نمو بذر دو ژنوتیپ کاملینا (*Camelina sativa*). هجدهمین کنگره ملی و چهارمین کنگره بین‌المللی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲۲-۲۰ شهریور ۱۴۰۳، دانشگاه فردوسی مشهد.

چکیده:

گیاه کاملینا (*Camelina sativa*) یک محصول دانه روغنی مهم از تیره Brassicaceae می‌باشد که مقاومت بالایی نسبت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی دارد. هدف از این مطالعه بررسی اثر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر مراحل مختلف جنین‌زایی، محور جنین و تأثیر آن بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای دو ژنوتیپ سهیل و لاین ۶۹ گیاه کاملینا بود. در این طرح ابتدا تغذیه گیاه مادری با تیمارهای محلول‌پاشی ریزمغذی شامل: سولفات آهن، سولفات روی، سولفات منگنز، تیمار ترکیبی و شاهد در دو زمان، ۵۰ درصد گلدهی و ۵۰ درصد غلاف‌بندی با ۳ تکرار، به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه دانشگاه فردوسی مشهد انجام و سپس بذرها در سه نوبت جمع‌آوری شد. بذرهای رسیده از نظر تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر جنین بذر مورد بررسی و آنالیزهای تصویری قرار گرفتند. علاوه بر آن آزمون جوانه‌زنی استاندارد نیز برای بررسی تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر جوانه‌زنی بذرها و تعیین ارتباط بین نتایج حاصل از آنالیز تصویری و آزمون‌های جوانه‌زنی استفاده شد. از آنالیز تصویری جهت بررسی مراحل مختلف جنین‌زایی دو ژنوتیپ نیز استفاده شد. براساس نتایج آزمایش در بذرهای لاین ۶۹ تحت تیمار ترکیبی و منگنز نسبت طول محور جنینی (۰/۷۲۹درصد) کمترین مقدار را نشان داد. همچنین بذرهای رقم سهیل از لحاظ درصد جوانه‌زنی (۹۸درصد) و سرعت جوانه‌زنی (۲۴بذر در روز) بیشترین مقدار را داشتند. محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها تأثیر معنی‌داری بر طول جنین داشته و طی مراحل مختلف جنین‌زایی اختلاف معنی‌داری نشان داد.

واژگان کلیدی:

جنین‌زایی، جوانه‌زنی بذر، بذر روغنی، سرعت جوانه‌زنی، محلول‌پاشی ریزمغذی، مورفولوژی بذر

مقدمه و بیان مسئله:

بذر یک نهاده بسیار مهم در صنعت کشاورزی می‌باشد. چون کیفیت بذرها بر تولید گیاهچه قوی، استقرار مطلوب در مزرعه و عملکرد محصول تأثیرگذار است (Hemender *et al*, 2018). دانه‌های روغنی بعد از غلات، دارای رتبه دوم ذخائر غذایی دنیا می‌باشند (Bakhshi *et al*, 2021). گیاه کاملینا (*Camelina sativa* L.) نیاز کمی به آب و کودهای شیمیایی دارد که سبب سازگاری بالای این گیاه با شرایط خشکسالی شده است (Lixia *et al*, 2020). بذر برای جوانه‌زنی و سرعت ظهور گیاهچه‌ها نیاز به انرژی دارد که تغذیه عناصر معدنی، تأمین و جذب مواد غذایی برای جوانه‌زنی، رشد و تولید گیاهان زراعی را فراهم می‌کند. بهترین زمان مصرف عناصر غذایی و کم مصرف باید همزمان با زمان اوج نیاز گیاهان باشد تا حداکثر جذب اتفاق بیفتد (Stewart *et al*, 2021) به همین علت در این آزمایش نیز محلول‌پاشی در زمان گلدهی و غلاف‌بندی انجام شد که همزمان با بیشترین نیاز گیاه به مواد غذایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

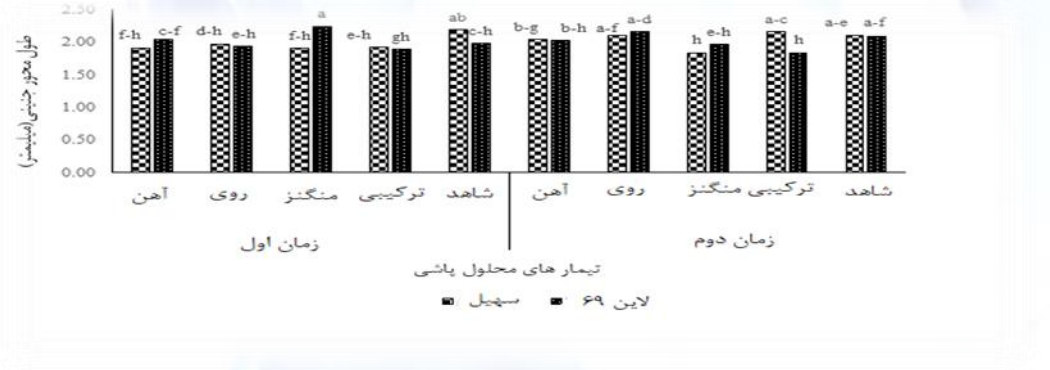
بذرهای سهیل و لاین۶۹ گیاه کاملینا در فروردین ماه سال ۱۴۰۰ و به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد کشت شدند. محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها طی دو مرحله گلدهی (زمان اول) و غلاف‌بندی (زمان دوم) بر روی پایه مادری انجام شد. تیمارها شامل سولفات آهن، سولفات روی، سولفات منگنز، ترکیبی (سولفات آهن+سولفات روی+سولفات منگنز)، آب مقطر و شاهد (بدون اعمال محلول‌پاشی و آب مقطر) بود. سپس بذرهای حاصل در آزمایشگاه از لحاظ درصد و سرعت جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گرفتند. با استخراج جنین بذرهای رسیده و تصویربرداری آن، مراحل مختلف جنین‌زایی و تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر اندازه قسمت‌های مختلف بذر مورد بررسی قرار گرفتند. در آزمایشگاه نیز با کمک استریو میکروسکوپ و نرم‌افزار اپتیکا (OPTIKA: SZX-B+SZ-A1+SZ-ST3) با قدرت زوم و بزرگنمایی ۲۲۵x و با کمک دوربین با کیفیت ۵ مگاپیکسل تصویری برداری از تمام مراحل مختلف جنین از مرحله کروی شکل تا مرحله جنین کامل و اندازه گیری طول جنین نیز انجام شد.

آنالیز داده‌ها:

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از تصاویرگرفته شده با استفاده از نرم‌افزار اپتیکا شامل اندازه طول محور جنینی بود که با کمک نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۴/۹ به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد بررسی و آنالیز قرار گرفتند و مقایسه میانگین صفات توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث:

طول محور جنینی در هر دو ژنوتیپ با اعمال محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها، اثر معنی‌داری نشان داد. بیشترین اندازه طول محور جنینی در دو زمان محلول‌پاشی، طی مرحله گلدهی (زمان اول) با اعمال محلول‌پاشی سولفات منگنز در لاین ۶۹ به‌دست آمد و کمترین آن در رقم سهیل با محلول‌پاشی سولفات منگنز طی مرحله غلاف‌بندی ایجاد شد (شکل ۱). مراحل مختلف نمو جنین و اختلاف طول آن تحت محلول‌پاشی سولفات منگنز طی دو مرحله محلول‌پاشی، در بذرهای دو ژنوتیپ سهیل و لاین ۶۹ از مرحله ۱ تا مرحله ۶ نشان داده شده است (شکل ۲ و ۳).



شکل ۱- مقایسه میانگین صفت طول محور جنینی دو ژنوتیپ (لاین ۶۹ و رقم سهیل) بذر کاملینا تحت تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها طی دو زمان محلول‌پاشی.

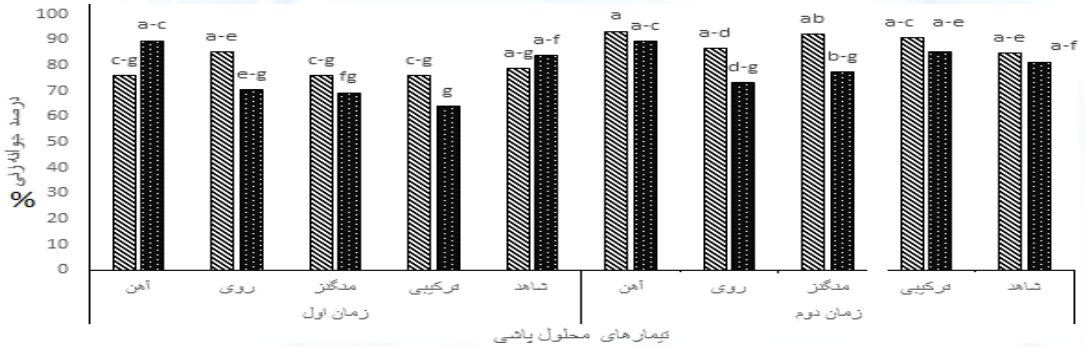
(تیمارهای دارای حروف یکسان تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند).

شکل ۲- مراحل مختلف جنینی بذر کاملینا (لاین ۶۹) با محلول‌پاشی سولفات منگنز در مرحله گلدهی

شکل ۳- مراحل مختلف جنینی بذر کاملینا (رقم سهیل) با محلول‌پاشی سولفات منگنز در مرحله غلاف‌بندی (مرحله ۱) مرحله کروی شکل. (مرحله ۲) مرحله انتقالی. (مرحله ۳) مرحله قلبی شکل. (مرحله ۴) مرحله اژدری شکل. (مرحله ۵) مرحله جنین کامل نارس. (مرحله ۶) مرحله جنین کاملا رسیده.

درصد جوانه‌زنی:

مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر رقم، زمان محلول‌پاشی و تیمارهای مختلف محلول‌پاشی ریزمغذی نشان داد حداکثر درصد جوانه‌زنی در رقم سهیل طی مرحله دوم با محلول‌پاشی آهن حاصل شد که با شاهد و دیگر ریزمغذی‌ها اختلافی نداشتند. کمترین درصد جوانه‌زنی در لاین ۶۹ نیز طی مرحله اول محلول‌پاشی با تیمار ترکیبی به‌دست آمد (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین صفت درصد جوانه‌زنی بذرهای لاین ۶۹ و رقم سهیل گیاه کاملینا تحت تأثیر محلول‌پاشی ریز مغذی‌ها طی دو مرحله محلول‌پاشی.

تیمارهای دارای حروف یکسان تفاوت معناداری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند.

نتایج مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر رقم، زمان محلول‌پاشی و تیمارهای محلول‌پاشی نشان داد بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به رقم سهیل در زمان محلول‌پاشی دوم با سولفات آهن که با دیگر ریزمغذی‌ها اختلاف چندانی نداشت. کمترین سرعت جوانه‌زنی در لاین ۶۹ طی زمان محلول‌پاشی اول با تیمار ترکیبی مشاهده شد. (شکل ۵). براساس مطالعات اعمال تیمارهای ریزمغذی روی گیاه می‌تواند مورفولوژی بذر از جمله طول محور جنینی و سایر شاخص‌ها بذری را تحت تأثیر قرار دهد و در نهایت باعث تغییر درصد و سرعت جوانه‌زنی گردد (Utami *et al*, 2016). تحقیقات نشان داد که محلول‌پاشی با سولفات منیزیم، سولفات روی، سولفات منگنز و اسیدبوریک در مرحله پرشدن دانه‌ها و محلول‌پاشی سولفات منگنز و سولفات منیزم طی مرحله ظهور گل‌تاجی در ذرت باعث جوانه‌زنی ۱۰۰ درصدی بذرهای ذرت شد و مطابق نتایج، محلول‌پاشی پایه مادری با عناصر ریزمغذی تأثیر مثبتی بر میزان کربوهیدرات ذخیره‌ای بذرهای ذرت داشته که از این‌رو سبب افزایش درصد جوانه‌زنی بذرها گردید (Khalilvand behruzyar *et al*, 2017).

شکل ۵- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی بذرهای لاین ۶۹ و رقم سهیل گیاه کاملینا تحت محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها طی دو مرحله محلول‌پاشی.

تیمارهای دارای حروف یکسان تفاوت معناداری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

مهم‌ترین یافته‌ها:

۱-تأثیر مثبت محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر کاملینا

۲-اثر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر طول محور جنینی

۳-رقم سهیل نسبت به لاین ۶۹ دارای درصد و سرعت جوانه‌زنی بالاتر می‌باشد.

Title: Investigation of Foliar Application of Micronutrients on Mother Plant and Its Effect on Seed Growth and Development Stages of Two Camelina (*Camelina sativa* L.) Genotypes

Abstract:
Camelina (*Camelina sativa* L.) is an important oilseed crop from the Brassicaceae family known for its high resistance to biotic and abiotic stresses. This study explored the impact of micronutrient foliar applications at various stages of embryogenesis and embryo axis development on seed germination rates in two Camelina genotypes (Sohail and Line 69). The experiment twice applied micronutrients (iron sulfate, zinc sulfate, manganese sulfate, combined treatments, and control) during flowering and pod development, with three replications per treatment, using a factorial design in complete blocks. Sampling was conducted at Ferdowsi University of Mashhad, with seeds collected three times. Using image analysis, mature seeds underwent analysis to assess the effects of foliar micronutrient applications on seed embryos. Standard germination tests were also performed to evaluate micronutrient impacts on seed germination, correlating image analysis results with germination outcomes. Image analysis focused on investigating embryogenesis stages in both genotypes. Results indicated that the embryo axis length ratio (0.729%) was lowest in Line 69 seeds treated with combined manganese applications. Sohail cultivar seeds exhibited the highest germination percentage (98%) and rate (24 seeds per day). Micronutrient foliar applications significantly influenced embryo length and displayed notable differences across embryogenesis stages.

Keywords: Embryogenesis, Germination rate, Micronutrient foliar application, Oil seed, Seed germination.

منابع:

Bakhshi, B., H. Rostami., & Fanaei, H. M. (2021). Camelina, an adaptable oilseed crop for the warm and dried regions of Iran. Cent. *Asian Journal. Plant Science*. Innov, 1(1), 39-45.

Campos, L.P., A. A. Rodrigues., & Neto, A. R. (2022). Radiographic imag as a quality index proxy for *Brachiaria brizantha* seeds. *Plants*, 11 (8), 10-14.

Feiyu, Z., P. Paul., W. Hussain., & H. Walia. (2021). SeedExtractor: An open-source GUI for seed image analysis. *Front. Plant Science*. 11, 581546.

Hemender, S., & V. S. Mor, Jitender. (2018). Image analysis: a modern approach to seed quality testing. *Journal of Applied Science and Technology* Article no CJAST. 40945. 27 (1): 1-11.

Lixia, y., & R. Li. (2020). Metabolic engineering a model oilseed *Camelina sativa* for the sustainable production of high-value designed oils. *Frontiers in plant science*. PMC7028685. 11, 11.

Utami, E., & S. Hariyanto. (2016). The effect of organic nutrient and growth regulators on seed germination, embryo and shoots development of *Dendrobium antennatum* by in *vitro*. Biosaintifika. *Journal of Biology & Biology Education*. 8 (2), 165-171 .