



بهینه‌سازی روش‌های نوین ضدعفونی بذر پنبه برای بهبود بنيه بذر

الهام فغانی^{*}، نرگس معماری‌زاده^۲، ایمان تجری^۱، صدیقه دودانگی^۱، شهرام نوروزیه^۱، محمود جوکار^۱،
عطیه صفرنژاد^۳ و محمدحسین رزاقی^۴

۱- موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. ۲- بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ۳- کارشناس اقتصادی واحد برنامه و بودجه، مرکز تحقیقات کشاورزی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. ۴- بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

چکیده

ضدعفونی بذر، روشی مؤثر برای محافظت از بذرها در برابر بیماری‌ها و تقویت جوانه‌زنی است. این تحقیق به بررسی تأثیر نوع فرمولاسیون آفت‌کشی مورد کاربرد در ضدعفونی بذر پنبه می‌پردازد. تیمار نوین حاوی فرمولاسیون میکروکپسول از آفت‌کش‌های کاربوکسین/تیرام و ایمیداکلوپرید بوده و در مقایسه با تیمار حاوی فرمولاسیون‌های تجاری متداول این آفت‌کش‌ها به کار رفته است. مطالعه در شرایط انبارمائی و کشت در مزرعه روی بذور ضدعفونی شده (تیمار نوین و تیمار تجاری) و کرک‌زدایی (اسید سولفوریک و سولفونیک اسید) صورت گرفت. شاخص بنيه در بذور ضدعفونی شده، به‌ویژه با فرمولاسیون نوین، بهبود قابل توجهی یافت. از سوی دیگر، کرک‌زدایی با اسید سولفونیک در مقایسه با اسید سولفوریک، نتایج بهتری در شاخص بنيه و درصد جوانه‌زنی نشان داد. ارزیابی اقتصادی نشان داد که ضدعفونی بذر با فرمولاسیون نوین به‌دلیل عملکرد بالاتر و هزینه تمام شده کمتر، توجیه اقتصادی خوبی دارد. در مقابل، بذور بدون ضدعفونی و ضدعفونی با فرمولاسیون تجاری، سودآوری بسیار کمتری داشتند و در آستانه زیان‌دهی قرار گرفتند. به طور کلی، بذرهاي کرک‌زدایی شده با اسید سولفونیک که با فرمولاسیون نوین ضدعفونی شده بودند، به‌عنوان بهترین راهکار برای حفظ کیفیت بذر و دستیابی به سود اقتصادی بیشتر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پنبه، ضدعفونی بذر، فرمولاسیون میکروکپسول، بنيه بذر

^{*} نویسنده مسئول: elhamfaghanibio@gmail.com

بیان مسئله

کاهش مداوم سطح زیر کشت پنبه به دلایل اقتصادی و فنی، لزوم توجه بیشتر به افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تولید را بیش از پیش آشکار ساخته است. در این میان، بهبود کیفیت بذر از طریق به کارگیری روش‌های نوین نهایتاً منجر به افزایش سطح سبز مزرعه و در نهایت عملکرد بهتر محصول می‌گردد. پنبه به عنوان یک گیاه راهبردی، نقش مهمی در صنعت نساجی و تأمین روغن کشور ایفا می‌کند. بذر به عنوان پایه و اساس تولید محصولات کشاورزی، نیازمند فرآوری مناسب پس از برداشت است تا کیفیت خود را حفظ کند. در مورد پنبه، کرک‌زدایی بذر از ملزومات تولید نوین این محصول محسوب می‌شود. با این حال، روش‌های متداول کرک‌زدایی مانند استفاده از اسید سولفوریک ممکن است به جنین بذر آسیب رسانده و از کیفیت آن بکاهد (فغانی و همکاران، ۱۴۰۳). از سوی دیگر، ضدعفونی بذر برای کنترل آفات و بیماری‌های اولیه فصل رشد ضروری است. اگرچه استفاده از سموم رایج مانند ایمیداکلوپرید و کاربوکسین تیرام در ضدعفونی بذر رواج دارد، اما مصرف نامناسب و بیش از حد این آفت‌کش‌ها مشکلات زیست‌محیطی جدی ایجاد کرده است. باقی‌مانده سموم در محیط زیست نه تنها تهدیدی برای موجودات زنده غیرهدف محسوب می‌شود، بلکه می‌تواند تعادل زیست بوم را از بین ببرد (اسرار و دینگ، ۲۰۰۳). امروزه فناوری‌های نوین مانند رهایش کنترل‌شده از طریق میکروکپسوله‌کردن می‌تواند راهکاری امیدبخش برای افزایش کارایی آفت‌کش‌ها و کاهش مصرف آن‌ها باشند. این نتایج به ویژه برای استان گلستان که یکی از مناطق اصلی کشت پنبه در ایران می‌باشد می‌تواند کاربردی باشد (آئودا و همکاران، ۲۰۱۱). فرمولاسیون‌های نوین مانند میکروسوسپانسیون این قابلیت را دارند که کارایی ضدعفونی بذر را به طور قابل توجهی بهبود بخشند. این فرمولاسیون‌ها قابلیت کاربرد در روش‌های مختلف تیمار بذر را دارا می‌باشند. با توجه به محدودیت مطالعات انجام شده در زمینه بهینه‌سازی فرمولاسیون‌های ضدعفونی بذر پنبه، توسعه روش‌های کارآمد و همسو با محیط‌زیست برای ضدعفونی بذر ضروری به نظر می‌رسد (زو و همکاران، ۲۰۲۱).

معرفی دستاورد (راهکار)

به منظور بررسی موثرترین روش ضدعفونی، مخلوط کاربوکسین/تیرام تجاری (WP, 75%) به میزان ۵ در هزار و ایمیداکلوپرید تجاری (P, 70%) به میزان ۷ در هزار در مقایسه با تیمار با مخلوط فرمولاسیون میکروکپسول کاربوکسین/تیرام (CS, 20%) به میزان ۷ در هزار و ایمیداکلوپرید (CS, 20%) به میزان ۹ در هزار در شرایط کشت در مزرعه (جدول ۱) و انبارداری به مدت ۳ ماه و ۶ ماه با هدف حفظ بنیه بذر در سال زراعی ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۳ به کار برده شد (جدول ۲).

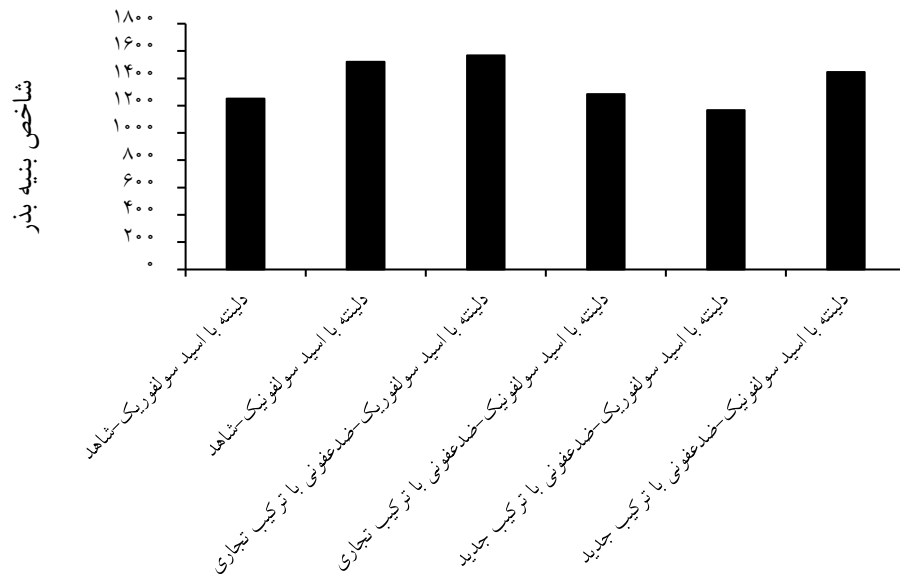
جدول ۱- بذور کشت شده در مزرعه- فاکتور اصلی (کرک زدایی با اسید سولفوریک و اسید سولفونیک)، تیمارهای فرعی (شاهد- کرک زدایی بدون ضدعفونی بذر، ضدعفونی با فرمولاسیون تجاری و ضدعفونی با فرمولاسیون میکروکپسول)

کرک زدایی با اسید سولفوریک			کرک زدایی با اسید سولفونیک		
شاهد (کرک)	کرک زدایی-	کرک زدایی-	شاهد (کرک)	کرک زدایی-	کرک زدایی-
زدایی بدون	ضدعفونی با	ضدعفونی با	زدایی بدون	ضدعفونی با	ضدعفونی با
ضدعفونی بذر)	فرمولاسیون	فرمولاسیون	ضدعفونی بذر)	فرمولاسیون	فرمولاسیون
تجاری	میکروکپسول	میکروکپسول	تجاری	میکروکپسول	میکروکپسول

جدول ۲- بذور کشت شده در مزرعه- فاکتور اصلی (کرک زدایی با اسید سولفوریک و اسید سولفونیک)، تیمارهای فرعی (شاهد- کرک زدایی بدون ضدعفونی بذر، ضدعفونی با فرمولاسیون تجاری و ضدعفونی با فرمولاسیون میکروکپسول) در انبار پس از تیمار، سه ماه و شش ماه

کرک زدایی با اسید سولفوریک			کرک زدایی با اسید سولفونیک		
(کرک زدایی بدون ضدعفونی بذر)	کرک زدایی-	کرک زدایی-	(کرک زدایی بدون ضدعفونی بذر)	کرک زدایی-	کرک زدایی-
ضدعفونی با	ضدعفونی با	ضدعفونی با	ضدعفونی با	ضدعفونی با	ضدعفونی با
فرمولاسیون	فرمولاسیون	فرمولاسیون	فرمولاسیون	فرمولاسیون	فرمولاسیون
تجاری	میکروکپسول	میکروکپسول	تجاری	میکروکپسول	میکروکپسول

به منظور بررسی اثر مواد ضدعفونی کننده بر بذور کرک زدایی شده در طی دوره انبارمانی هر سه ماه یکبار بر خصوصیات جوانه زنی و رشد گیاهچه مورد بررسی قرار گرفتند. ارزیابی شاخص قدرت بذر از محاسبه درصد جوانه زنی بذر ضرب در میانگین طول گیاهچه صورت گرفت. شاخص قدرت بذر در کرک زدایی با سولفونیک اسید در ضدعفونی به صورت فرمولاسیون نوین در شاهد (بدون انبارمانی)، سه ماه انبارمانی و شش ماه انبارمانی بیشترین مقدار بودند. کرک زدایی با سولفونیک اسید، نسبت به کرک زدایی با اسید سولفوریک بیشترین شاخص قدرت بذر با استفاده از دمای بالا و پایین را داشتند.



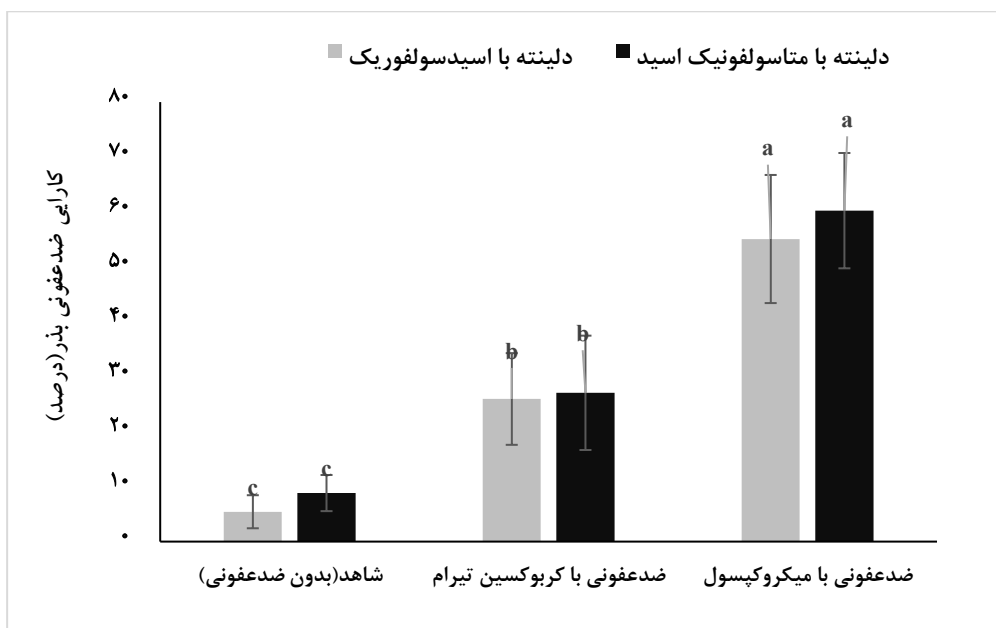
شکل ۱- شاخص بنیه بذور برداشت شده تحت تاثیر اثر متقابل کرک زدایی × نوع ضد عفونی بذری

مقایسه میانگین صفات (شکل ۱) نشان داد که شاخص بنیه بذر در کرک زدایی با اسید سولفوریک در ضد عفونی به روش تجاری نسبت به کرک زدایی با متان سولفونیک اسید بیشتر بود. شاخص بنیه بذر در ضد عفونی با روش میکروکپسول و کرک زدایی با متان سولفونیک اسید نسبت به روش کرک زدایی شده با اسید سولفوریک افزایش یافت (شکل ۱).

شاخص بنیه بذر، خصوصیت کلی تری نسبت به شاخص بنیه وزنی بذری است و علاوه بر وزن، عوامل دیگری مانند قدرت رویش و سلامت بذر را نیز در نظر می گیرد. شاخص بنیه بذر، اغلب در ارزیابی کیفیت بذر و توانایی آن در توسعه گیاه در شرایط مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. شاخص بنیه بذر، عوامل دیگری مانند درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی را تحت تاثیر قرار می دهد. در واقع شاخص بنیه مطلوب بذر به واسطه تشکیل گیاهچه قوی تر، با عملکرد رابطه مستقیمی دارد. قابل ذکر است که گیاهانی با شاخص بنیه پایین، بذوری با سرعت جوانه زنی کندتر داشتند که دیرتر در مزرعه سبز شدند (فغانی و همکاران، ۱۴۰۴).

کارایی اثرات ترکیبات ضدعفونی بر کنترل جمعیت تریپس

نتایج شکل (۲) نشان داد که در هر دو روش کرک‌گیری با اسید سولفوریک و سولفونیک اسید روش ضدعفونی نوین (میکروکپسول) بر جمعیت تریپس نسبت به روش تجاری کارایی بیشتری داشتند. همانطور که شکل (۲) نشان داد، بین کرک‌گیری با اسید سولفوریک و متاسولفونیک اسید تفاوت قابل توجهی نداشت.



شکل ۲- کارایی ضدعفونی بذر، تیمار تجاری و تیمار نوین (میکروکپسول) آفت‌کش‌های کربوکسین/تیرام و ایمیداکلوپرید در کنترل جمعیت تریپس

ارزیابی اقتصادی

تیمار میکروکپسول با سود خالص یکصد و بیست یک میلیون و هشتصد هزار ریال، به‌وضوح بهترین عملکرد اقتصادی را داشت. این تیمارها که مربوط به ضدعفونی بذر با فرمولاسیون میکروکپسول هستند، با بالاترین عملکرد همراه بود. دلیل این برتری اقتصادی روشن است: درآمد ناخالص، تابع مستقیمی از عملکرد است و تیمارهای مذکور با افزایش عملکرد، درآمد بیشتری ایجاد کردند. با ثلث بودن هزینه‌ها در تمام تیمارها، این درآمد افزوده مستقیماً به سود بالاتر منجر شد. شاخص سود خالص به ازای هر کیلوگرم (بالای ۲۹۵,۰۰۰ ریال) و قیمت تمام شده پایین‌تر هر کیلوگرم (زیر ۷۱۰,۰۰۰ ریال) در این پلات‌ها، مزیت رقابتی این تیمار را در بازار

نیز تأیید می‌کند. این موضوع نشان‌دهنده بازدهی بالاتر سرمایه و کارایی اقتصادی برتر روش ضدعفونی با میکروکپسول است.



شکل ۳) بذور ضدعفونی (تیمار تجاری و تیمار نوین [میکروکپسول] آفت‌کش‌های کاربوکسین/تیرام و ایمیداکلوپرید) و کرک‌زدایی شده با (اسید سولفوریک و سولفونیک اسید)

توصیه ترویجی

برای داشتن مزرعه‌ای پرسود و پایدار، داشتن بذر با کیفیت اولین و مهم‌ترین پیش‌نیازها است. در این راستا، روش نوین ضدعفونی و کرک‌زدایی بذر پنبه، گامی فراتر از روش‌های سنتی برداشته و مزایای قابل توجهی را به همراه می‌آورد.

- قدرت و سلامت برتر بذر: فرآیند کرک‌زدایی با اسید سولفونیک، در مقایسه با اسید سولفوریک، آسیب کمتری به پوسته و آندوسپرم بذر وارد می‌کند. این امر منجر به بهبود چشمگیر درصد جوانه‌زنی و بنیه اولیه گیاهچه می‌شود.

- محافظت طولانی مدت و هوشمند: در روش ضدعفونی میکروکپسوله، مواد مؤثر به صورت تدریجی و در مدت زمان طولانی‌تری رهاسازی می‌شوند. این سیستم هوشمند، محافظت مؤثرتر و پایدارتری از گیاهچه در برابر عوامل بیماری‌زا و آفات ایجاد می‌کند.

- صرفه اقتصادی بالاتر: این روش ترکیبی، به دو دلیل عمده، انتخابی مقرون به‌صرفه و سودآور است:

۱- افزایش عملکرد: با ارتقای درصد استقرار و سلامت گیاهان.

۲- کاهش هزینه نهایی: کاهش نیاز به سمپاشی‌های تکمیلی و افزایش کارایی نهاده.
- سازگاری با محیط زیست: استفاده از پلیمرهای زیست‌سازگار در ساخت میکروکسپول‌ها و جایگزینی اسید سولفونیک، این روش را به راهکاری سبزتر و پایدار تبدیل کرده که ضمن افزایش تولید، بار آلودگی شیمیایی مزرعه را نیز کاهش می‌دهد.

تشکر و قدردانی

نتایج این مقاله بخشی از پروژه مشترک موسسه تحقیقات پنبه کشور و موسسه گیاهپزشکی کشور با شماره مصوب ۰۷-۰۷-۰۸-۰۰۸-۱۰۲۸۶ می‌باشد. بدین وسیله از همکاری این دو موسسه در جهت انجام این تحقیق سپاسگزاریم.

منابع

- بیات، پ.، قبادی، م.، قبادی، م. ا.، محمدی، غ. ۱۳۹۵. ارزیابی قابلیت آزمون جوانه زنی استاندارد بذر در شرایط آزمایشگاهی برای پیش بینی ظاهر شدن و استقرار گیاهچه نخود (*Cicer arietinum* L.) در مزرعه. نشریه علوم و فناوری بذر ایران، شماره ۵ (۱): صفحه ۲۷-۳۸.
- فغانی، ا.، نوروزیه، ش.، روشنی، ق. ۱۴۰۳. اثر اقلیم بر خصوصیات فیزیکی و فیزیولوژیکی بذور پنبه پس از کرک‌گیری. نشریه علوم و فناوری بذر ایران، جلد ۱۳، شماره ۴، صفحه ۵۱-۶۲.
- فغانی، ا.، نوروزیه، ش.، (۱۴۰۵). تأثیر روش های نوین ضدعفونی بذر پنبه بر ویژگی های جوانه زنی و استقرار بوته، انبارمانی و ارزیابی اقتصادی آن- کد مصوب ۰۵۰۲۱۲-۰۱-۰۷-۰۳- صفحه ۱ تا ۴۶.
- Aouada. A. F., de Moura, M. R. and Capparelli Mattoso. L. H. 2011. Biodegradable Hydrogel as Delivery Vehicle for the Controlled Release of Pesticide. Pesticides- Chapter 6. Formulations, Effects, Fate: 81 -102.
- Asrar, J., Ding, Y. 2003. US Patent WO2003005816A1, Monsanto Technology Lic.
- Zhu, Z., C. Shao, Y. Guo, J. Feng, C. Chen. and Yang, H. 2021. Facile pathway to generate agrochemical Nano-suspensions integrating super-high load, eco-friendly excipients, intensified preparation process, and enhanced potency. Nano Res, 14(7), 2179– 2187.