

نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۱۴، شماره ۲، سال ۱۴۰۴

تأثیر پوشش‌های مختلف بذر بر رشد و تولید اسانس در زراعت ریحان

Investigating the effect of seed treatments on the growth and production of basil essential oil

الناز فرج زاده معماری تبریزی^۱ و افسانه یوسف پور دخانیه^۲

۱- گروه زراعت، واحد ملکان، دانشگاه آزاد اسلامی، ملکان، ایران.
۲- گروه علوم باغبانی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۳۱

چکیده

فرج زاده معماری تبریزی، ا. و یوسف پور دخانیه، ا. ۱۴۰۴. تأثیر پوشش‌های مختلف بذر بر رشد و تولید اسانس در زراعت ریحان. نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی (۲) ۱۴: ۲۶۶-۲۴۷.

جوانه زنی و استقرار گیاهچه‌ها مهم‌ترین مرحله از دوره زندگی گیاهان است که بر پتانسیل تولید گیاهان تأثیر می‌گذارد. این تحقیق با استفاده از طرح فاکتوریل ۲^۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با چهار تیمار پوشش هیدرو، بیولوژیکی، غذایی و نانو در دو سال زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد ملکان اجرا گردید. در سال اول، تیمار ترکیبی پوشش تغذیه‌ای و بیولوژیکی بیشترین عملکرد دانه را با ۲/۸ درصد افزایش نسبت به شاهد (۱۱۲۴ کیلوگرم در هکتار) نشان داد. در سال دوم، تیمار پوشش تغذیه‌ای بذر با عملکرد ۱۲۱۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد را داشت. همچنین با استفاده از تیمار پوشش هیدرو در سال دوم عملکرد دانه ۸/۲۳ درصد افزایش نسبت به شاهد (۱۱۲۴ کیلوگرم در هکتار) نشان داد و برابر ۱۲۱۶ کیلوگرم در هکتار بود. سایر تیمارها نیز بهبودهایی در صفاتی مانند وزن خشک کل، شاخص سطح برگ و محتوای کلروفیل نشان دادند، اما اثر آنها بر عملکرد دانه به اندازه تیمارهای یادشده چشمگیر نبود. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از پوشش‌های خاص بذر بویژه پوشش تغذیه‌ای و هیدرو می‌تواند به‌عنوان راهکاری عملی و مؤثر جهت افزایش عملکرد دانه ریحان مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بذر، پوشش دار کردن، جوانه زنی

مقدمه

ریحان گیاهی یک ساله با نام علمی *Ocimum basilicum* که در زبان انگلیسی sweet basil نامیده می‌شود این گیاه از تیره نعناعیان (Labiatae) است. ریحان در اصل بومی آفریقا است سپس به ایتالیا برده شده و از آنجا به سایر نقاط دنیا گسترش یافته است. ریحان نیاز به مراقبت و تغذیه مناسب دارد. استفاده از کودهای ارگانیک یا شیمیایی مناسب می‌تواند به رشد و عملکرد بهتر گیاهان کمک کند (Alhasan et al, 2020).

بذر در تولید محصولات کشاورزی نقشی بسیار حیاتی دارد. آنها به عنوان نهاده‌ای اساسی، الگوی رشد و تکامل گیاهان را مشخص می‌کنند. بذرها حاوی ژنوم گیاهی هستند که اطلاعات مربوط به رشد، مقاومت و ویژگی‌های دیگر را در خود جای داده‌اند (Pereira et al, 2021). انتخاب دقیق بذر مناسب، کیفیت و میزان محصول را به طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار می‌دهد. بذرها با کیفیت بهترین شروع را برای یک دوره باردهی موفق فراهم می‌کنند و می‌توانند رشد یک گیاه را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار دهند. از این رو انتخاب و استفاده از بذرها با کیفیت و مناسب به عنوان یکی از عوامل اصلی در بهبود عملکرد و بهره‌وری در کشاورزی مطرح است (Thiphinkong and Sikhao, 2021). پوشش دار کردن بذر در کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پوشش دار کردن،

بذر را در برابر عوامل محیطی مختلفی مانند خشکی، تغییرات دما، نور خورشید و فعالیت‌های میکروبی محافظت می‌کند. با پوشش دادن بذر احتمال جوانه‌زنی نه تنها افزایش می‌یابد بلکه بهبود نیز می‌یابد (Jarecki and Wietecha, 2021). همچنین پوشش دادن بذر از زمان جوانه زنی و رشد کاسته و هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد (Rao et al, 2015). ترکیبات نانو به عنوان یکی از مواد پوشش‌دهنده بذور نقش مهمی در جوانه‌زنی و رشد گیاهان دارند این ترکیبات می‌توانند جذب آب و مواد مغذی توسط بذرها را بهبود بخشند و همچنین از اثرات مخرب محیطی مانند تبخیر آب و تغییرات دما محافظت کنند (Klarod et al, 2021). مواد غذایی از جمله کودها و مواد غذایی حیوانی یا گیاهی خاک را تقویت می‌کنند و گیاه را در فاز جوانه‌زنی و رشد اولیه با مواد ضروری تغذیه‌ای تأمین می‌کنند. مواد جاذب رطوبتی از جمله ژل‌های هیدروفیلیک می‌توانند آب را در اطراف بذر نگه دارند و به جوانه‌زنی و رشد آنها کمک کنند (Bhaskaran et al, 2017). ترکیبات بیولوژیکی از جمله باکتری‌ها و قارچ‌ها می‌توانند در فرایندهای متابولیکی خاک مشارکت داشته و با افزایش تخریب مواد آلی و زیستی موجب تغذیه بهتر گیاهان و رشد آنها شوند به طور کلی این ترکیبات در کنار هم می‌توانند جوانه‌زنی بذور و استقرار اولیه گیاهچه‌ها را بهبود بخشند و سبب افزایش بهره‌وری و

عملکرد محصولات کشاورزی و کنترل بهینه میزان آب مصرفی در مزارع می شود (Palupi *et al*, 2020). جاذب‌های رطوبتی موادی هستند که در ترکیبات خاک یا محیط‌های کشت به کار می‌روند و قابلیت جذب و نگهداری آب را افزایش می‌دهند تا به گیاهان در فرآیندهای رشد و توسعه شان کمک کنند. این مواد نقش مهمی در بهبود رطوبت خاک، کنترل تبخیر و تعادل آبی در محیط‌های کشت دارند و معمولاً از مواد آلی و غیر آلی تشکیل شده اند (Gubišová *et al*, 2022). با این وجود استفاده از جاذب‌های رطوبتی ممکن است با توجه به شرایط محیطی و نوع کشت متفاوت باشد از جمله موادی که به عنوان جاذب رطوبتی استفاده می‌شوند می‌توان به مواد آلی مانند کودهای ارگانیک، کمپوست، سم‌های آلی، و همچنین مواد غیر آلی از جمله هیدروژل‌ها و پلیمرهای آبی اشاره کرد (Barros *et al*, 2017). به دلیل استفاده از جاذب‌های رطوبتی، تیمارهای کودی و هورمونی برای تغذیه گیاه پس از جوانه زنی مطلوب می‌باشند. هدف از این بررسی مطالعه تأثیر پوشش‌های جاذب رطوبتی، پوشش عناصر غذایی، بیولوژیکی و نانو بر رشد، عملکرد و تولید اسانس ریحان بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در دو سال زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در مزارع دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان با

شرایط آب و هوایی سرد (جدول ۱) انجام شد. آزمایش با استفاده از طرح فاکتوریل ۲^۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. بذر ریحان مورد استفاده در آزمایش رقم بومی ریحان منطقه آذرشهر بود که از ایستگاه تحقیقات کشاورزی آذرشهر تهیه شد. جهت اطمینان از جوانه زنی بذور و بررسی اثر مواد پوشش دهنده بر روی بذر، برخی پیش آزمون‌های بذر شامل وزن هزاردانه، شکستن خواب بذر با اسید جیبرلیک، زنده مانی بذر با روش تترازولیوم و جوانه زنی استاندارد بر اساس دستورالعمل انجمن بین المللی آزمون بذر در آزمایشگاه انجام گردید. با توجه به نتایج مطلوب از این آزمون‌ها ادامه آزمایش بر اساس بذرهای موجود انجام شد.

اندازه هر کرت آزمایشی ۹ متر مربع و شامل ۶ خط کاشت بود. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شد و فاصله بوته‌ها روی ردیف از یکدیگر سه سانتی متر بود. پس از کاشت روی بذرها به وسیله ماسه بادی پوشانده شد و بلافاصله آبیاری کرتی انجام شد. آبیاری در ابتدای فصل رشد سه روز یک بار و سپس هفته ای یک بار انجام شد. در مرحله چهار برگی عملیات تنک بوته‌ها به فاصله سه سانتی متر انجام و از روش‌های مدیریت زراعی کشت ارگانیک برای کنترل علف‌های هرز و آفات استفاده شد.

در این بررسی برای پوشش دادن بذرهای ریحان از چهار نوع تیمار پوششی هیدرو،

بیولوژیکی، غذایی (کود کامل) و نانو استفاده شد و تأثیر آن بر عملکرد و کیفیت نهایی گیاهان مورد ارزیابی قرار گرفت.

(۱) پوشش هیدرو: در این روش، بذور با مواد جاذب رطوبتی شامل ترکیبی از سوپر جاذب و ژئولیت پوشش داده شدند تا رطوبت لازم برای جوانه زنی و رشد اولیه گیاه فراهم شود. قبل از پوشش دادن، بذور تمیز شده و خشک شدند و سپس بذور سالم انتخاب شدند. برای تیمار روکش دار کردن بذور از ماده کربوکسی متیل سلولز و چسباننده استفاده شد. روکش بذور با استفاده از یک دستگاه دست ساز انجام گرفت. در اثر پوشش دار کردن، وزن بذرها به میزان ۱۷ درصد افزایش یافت. بذور پس از پوشش دادن بطور کامل خشک شدند. این مرحله در دمای محیط انجام شد. بذور پوشش داده شده، آماده شده و در دمای خنک ذخیره شدند.

(۲) پوشش بیولوژیکی: این روش شامل استفاده از کودهای زیستی و باکتری‌های مفید بود که علاوه بر تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه، به ساختمان و بهبود خاک کمک می‌کنند. در این مطالعه از کود بارور ۱ و بارور ۲ استفاده شد. کود بارور با نسبت ۵ به ۱۰ با سوپر جاذب مخلوط و بذور پوشش داده شدند.

(۳) پوشش غذایی: در این روش، بذور با مواد حاوی ترکیبات غذایی مختلفی که نیازهای رشدی گیاه را تأمین می‌کنند، پوشش داده شدند تا گیاهان از مواد غذایی لازم برای رشد بهره‌مند شوند. در این بررسی از کود کامل غذایی

استفاده شد. کود کامل با نسبت ۳ به ۱۰۰ با سوپر جاذب مخلوط و بذور پوشش داده شدند. (۴) پوشش نانو: در این روش، از تکنولوژی نانو با ترکیبات نانو نقره و نانو سیلیکات برای پوشش دادن بذور با مواد نانو کنترل کننده بیماری‌های باکتریایی و قارچی استفاده شد تا عملکرد و مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌ها افزایش یابد. کود نانو با نسبت یک به ۱۰۰ با سوپر جاذب مخلوط و بذور پوشش داده شدند. آبیاری پس از استقرار بوته‌ها هر هفته یک بار انجام شد. وجین به طور مرتب در طول دوره رشد به صورت دستی انجام شد. از کود NPK به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک برای تغذیه بوته‌ها استفاده شد.

در این مطالعه عملکرد و کیفیت نهایی گیاهان بر اساس معیارهای مختلفی از جمله وزن خشک، تعداد شاخه‌ها، محتوای کلروفیل، وزن هزار دانه، و درصد اسانس ارزیابی شد. شاخص کلروفیل با استفاده از کلروفیل سنج A402 ساخت شرکت انرون آلمان اندازه گیری شد. درصد اسانس با روش تبخیر در دستگاه کلونجر استخراج شد. نمونه برداری از چهار خط میانی انجام شد و یک خط از هر سمت به عنوان اثر حاشیه در نظر گرفته شد. اندازه گیری صفات در مرحله گلدهی کامل انجام شد. تجزیه واریانس صفات با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد. از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد برای مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی های دمایی شهرستان ملکان براساس آمار ده ساله

Table 1. Weather information of Malekan city based on 10 years average

میانگین دما در طول فصل زراعی (درجه سانتی گراد)	حداقل مطلق دما در منطقه	حداکثر مطلق دما در منطقه	میانگین حداکثر دما در گرمترین ماه سال (تیرماه)(درجه سانتی گراد)	میانگین حداکثر دما در سردترین ماه سال (دی ماه)(درجه سانتی گراد)
Average temperature during growing season (centigrade)	Absolute minimum temperature	Absolute maximum temperature	Average of maximum temperature in the hottest month of the year (centigrade)	Average of maximum temperature in the coldest month of the year (centigrade)
30	-18	41	26.1	1

نتایج و بحث

سطح برگ

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات سطح برگ‌های ریحان به طور معنی دار تحت تاثیر اثر ساده پوشش هیدرو بذور و برهم کنش پوشش بیولوژیکی و نانو بذور قرار گرفت (جدول ۲). سطح برگ‌های ریحان تحت تاثیر پوشش دار نمودن بذور با مواد جاذب رطوبتی به طور معنی داری افزایش یافت. در این مطالعه با پوشش دار نمودن بذور ریحان با مواد جاذب رطوبت سطح برگ‌های ریحان به میزان ۶۲/۲ سانتی متر مربع به دست آمد که در مقایسه با شاهد به میزان ۹/۵ درصد بیشتر بود (جدول ۳). با توجه به نتایج این مطالعه پوشش دادن بذور ریحان با مواد جاذب رطوبتی منجر به افزایش معنی دار در سطح برگ‌های ریحان می‌شود. این نتایج نشان می‌دهند که استفاده از مواد جاذب رطوبتی در پوشش بذور می‌تواند تأثیرات مثبتی بر رشد و توسعه گیاه داشته باشد. ترکیب پوشش رطوبتی با فراهم کردن محیطی بهینه برای رشد ریشه‌ها سبب می‌شود تا گیاهان از منابع آب و مواد مغذی را جذب کنند (Priyono *et al*, 2020).

مقایسه میانگین‌های سطح برگ‌های ریحان تحت تاثیر برهم کنش پوشش بیولوژیکی و نانو نشان داد که در بین تیمارهای مورد مطالعه تنها اعمال توام تیمارهای بیولوژیکی و نانو بذور افزایش معنی داری را در سطح برگ‌های ریحان

باعث شد. در این تیمار سطح برگ‌های ریحان ۶۹/۵ سانتی متر بود که در مقایسه با عدم پوشش دار نمودن بذور به میزان ۲۷/۷ درصد بیشتر بود (جدول ۴). افزایش سطح برگ‌های ریحان ممکن است ناشی از بهبود عملکرد سیستم فتوسنتزی و تأمین مواد غذایی برای گیاه باشد که توسط ترکیب پوشش بیولوژیکی و نانو بذور ایجاد شده است. مواد تغذیه‌ای موجود در پوشش بذور موجب افزایش جذب مواد مغذی توسط گیاه می‌شوند و بهبود عملکرد سیستم فتوسنتزی و رشد گیاه را ایجاد می‌کنند (Baroni and Viera, 2020). استفاده از پوشش بیولوژیکی بذور تأثیر مثبتی بر رشد و توسعه بوته‌های ریحان دارد. این پوشش بیولوژیکی بذور موادی را فراهم می‌کند که به رشد و تغذیه بهتر گیاه کمک می‌کند. این مواد باعث افزایش جذب مواد مغذی و بهبود عملکرد گیاه شده و در نتیجه به افزایش سطح برگ ریحان کمک کند (Hoseini *et al*, 2022). همچنین پوشش نانو بهبودی در جذب مواد مغذی و مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌ها و آفات فراهم کند که این امر به رشد بیشتر و پایدارتر بوته‌های ریحان منجر شود (Pereira *et al*, 2021). بنابراین افزایش رشد ریحان نتیجه‌ای از بهبود عملکرد سیستم ریشه‌ای، جذب مواد مغذی و مقاومت در برابر شرایط نامساعد محیطی باشد که توسط ترکیب پوشش هیدرو و نانو بذور ایجاد می‌شود.

Table 2. Analysis of variance for studied traits in basil

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ریحان

منابع تغییر	درجه آزادی	سطح برگ Leaf area	محتوای کلروفیل برگ Chlorophyll index	وزن خشک کل Total dry weight	تعداد دانه Grain number	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد دانه Grain yield	درصد اسانس Essential oil %	عملکرد اسانس Essential oil yield
سال (Y)	1	32.9	0.0	17.6	16.4	15.00	16.00	17.00	58.9
R(Y)	4	234.7	30.5	15.3	2171.8	0.02	0.00	0.02	50.9
پوشش هیدرو (A)	1	690.15*	128.1	24.1	53293**	0.08	0.02	0.05	351.900*
YA	1	0.2	3.3	97.0	110.7	0.250*	0.09*	0.32	259.4
پوشش غذایی (B)	1	78.5	242.888*	200.9**	5832.8	0.05	0.01	0.05	1380.1**
YB	1	13.5	37.6	48.0	796.4	0.315*	0.00	0.89**	5.6
AB	1	410.0	78.7	0.1	8431.9	0.02	0.01	0.12	20.0
YAB	1	165.4	4.0	6.0	48.9	0.08	0.02	0.02	275.4
پوشش بیولوژیکی (C)	1	1486.8**	138.0	227.2**	17202.9*	0.01	0.00	0.23	419.17*
YC	1	50.8	310.6**	0.9	510.1	0.78**	0.00	0.09	0.8
AC	1	23.8	1.1	57.2	9434.7	0.211*	0.04	0.00	0.4
YAC	1	216.6	16.8	250.5**	1026.4	0.07	0.08*	0.07	598*
BC	1	348.1	61.9	58.1	1953.9	0.00	0.00	0.06	10.8
YBC	1	87.4	32.1	28.3	15813.2*	0.03	0.02	0.06	0.0
ABC	1	438.6	13.9	129.968*	1239.1	0.00	0.07*	0.06	145.0
YABC	1	51.0	2.0	32.8	276.4	0.01	0.00	0.00	231.9
پوشش نانو (D)	1	1260**	18.6	222.3**	32299.6**	0.05	0.01	0.08	1711.9**
YD	1	82.5	5.3	2.8	300.0	0.14	0.04	1.1**	11.9
AD	1	78.1	2.1	141.3*	6.2	0.315*	0.01	0.01	144.1
YAD	1	0.0	18.1	41.2	4475.8	0.02	0.00	0.00	0.0
BD	1	47.0	21.9	83.8	2439.2	0.13	0.00	0.04	10.3
YBD	1	49.9	2.6	3.6	2086.0	0.11	0.05	0.02	0.1
ABD	1	2.7	9.6	176.855*	1674.2	0.02	0.01	0.01	377.627*
YABD	1	379.2	1.67	10.2	5610.5	0.00	0.01	0.04	97.6
CD	1	575.261*	11.63	1.8	1377.9	0.07	0.04	0.08	76.3
YCD	1	58.0	2.8	82.7	100.7	0.00	0.00	0.13	43.2
ACD	1	333.8	7.5	27.6	13185.9*	0.33**	0.02	0.00	6.1
YACD	1	46.2	10	157.3*	91.5	0.02	0.03	0.07	205.9
BCD	1	0.4	6.4	46.3	285.3	0.11	0.00	0.00	17.3
YBCD	1	19.8	2.9	1.6	127.2	0.14	0.02	0.01	56.4
ABCD	1	2.2	3.9	5.4	733.2	0.02	0.00	0.07	91.7
YABCD	1	79.2	5.4	138.9*	9478.4	0.00	0.01	0.08	204.8
Error	60	144.1	6.1	25.7	3379.9	0.10	0.01	0.00	86.8
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		20.2	5.6	14.3	18.9	11.3	22.8	21.4	26.5

and * indicate significance at 1% and 5% probability levels, respectively. **

** و * به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات تحت تاثیر پوشش هیدرو روی بذر

Table 3. Mean comparison of studied traits under the influence of hydro coverage of the seeds

پوشش هیدرو Hydrocoat	سطح برگ Leaf area (cm ²)	وزن هزار دانه 1000 seed weight (gr)
0	56.8 b	1.94 a
1	62.2 a	1.84 b

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می باشد. Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0) indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

جدول ۴- مقایسه میانگین سطح برگ تحت تاثیر پوشش بیولوژیکی و پوشش نانو روی بذر

Table 4. Mean comparison of leaf area under the influence of biological and nano coverages of the seeds

پوشش بیولوژیکی Biocoat	پوشش نانو Nanocoat	سطح برگ leaf area (cm ²)
0	0	54.42 b
0	1	56.77 b
1	0	57.40 b
1	1	69.54 a

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می باشد. Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0) indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

شاخص محتوای کلروفیل

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات، محتوای کلروفیل به طور معنی داری تحت تاثیر اثر ساده پوشش غذایی و برهم کنش سال × پوشش بیولوژیکی قرار گرفت (جدول ۲). بر اساس نتایج، پوشش تغذیه ای افزایش معنی داری را در شاخص محتوای کلروفیل برگ‌های ریحان باعث شد و این صفت را به میزان ۱۸/۶ درصد افزایش داد (جدول ۵). این افزایش نشان دهنده تاثیر مثبت و معنی دار این تیمار بر فعالیت کلروفیل در برگ‌های گیاه است. افزایش محتوای کلروفیل به معنای افزایش فعالیت فتوسنتزی و جذب نور توسط گیاه است که این امر می‌تواند رشد و توسعه

گیاه را بهبود دهد (Afzal, 2021). این نتایج نشان می‌دهند که پوشش تغذیه‌ای می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر برای افزایش کارآیی فتوسنتزی و سطح فعالیت گیاه در محیط مورد بررسی عمل کند. در این مطالعه در سال دوم بررسی با پوشش دار نمودن بذور ریحان با ترکیبات بیولوژیکی، شاخص محتوای کلروفیل CCI ۲۱/۸۹ به دست آمد که در مقایسه با شاهد به میزان ۳۷/۹ درصد بیشتر بود (جدول ۶). این تغییرات ممکن است به تغییرات در فعالیت فتوسنتزی و سیستم جذب نور گیاه ارتباط داشته باشد که نشان از تاثیر مستقیم پوشش بیولوژیکی بر رشد و عملکرد گیاه دارد (Jagadeesh et al, 2017).

جدول ۵ - مقایسه میانگین صفات تحت تأثیر پوشش غذایی بذر

Table 5. Mean comparison of studies traits under the influence of nutrient coverage of the seeds

پوشش غذایی Nutriccoat	محتوای کلروفیل برگ Chlorophyll content index (CCI) of leaves	وزن هزار دانه 1000 seed weight (gr)	درصد اسانس essential oil (%)
0	17.2 b	1.95 a	1.25 b
1	20.4 a	1.84 b	1.44 a

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می باشد.
Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0) indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

جدول ۶ - مقایسه میانگین شاخص محتوای کلروفیل برگ تحت تأثیر سال و پوشش بیولوژیکی بذر

Table 6. Mean comparison of chlorophyll content index of leaves under the influence of year and biological coverage of the seeds

سال year	پوشش بیولوژیکی Biocoat	محتوای کلروفیل برگ Chlorophyll content index (CCI) of leaves
0	0	19.46 ab
0	1	18.26 ab
1	0	15.89 b
1	1	21.89 a

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می باشد.
Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0) indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

وزن خشک کل

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات، وزن خشک کل بوته‌های ریحان به طور معنی داری تحت تأثیر برهم کنش سال × پوشش هیدرو × پوشش غذایی × پوشش بیولوژیکی × پوشش نانو بذر قرار گرفت (جدول ۲). در این بررسی در دو سال اول و دوم نتایج متفاوتی به دست آمد. در سال اول بیشترین وزن خشک کل با ۴۲/۷ و ۴۲/۴ گرم در بوته در تیمار پوشش هیدرو × پوشش غذایی × پوشش بیولوژیکی و تیمار پوشش هیدرو × پوشش غذایی + پوشش بیولوژیکی × پوشش نانو به دست آمد که در

مقایسه با عدم پوشش دار نمودن بذر به میزان ۴۰/۹ و ۳۹/۹ درصد بیشتر بود. دو تیمار پوشش بیولوژیکی × پوشش نانو و پوشش غذایی × پوشش نانو نیز افزایش ۳۸/۲ و ۳۶/۶ درصد بیشتر بود. در سال دوم در بین تیمارهای مورد مطالعه تنها سه تیمار پوشش تغذیه ای × پوشش بیو و پوشش نانو، پوشش هیدرو × پوشش نانو و پوشش هیدرو × پوشش غذایی × پوشش بیولوژیکی افزایش معنی داری را در وزن خشک کل باعث شد و این صفت را در مقایسه با شاهد به ترتیب به میزان ۶۰/۴، ۳۶/۷ و ۴۹/۴ درصد افزایش دادند (جدول ۷). تفاوت

در نتایج بین دو سال ممکن است به عوامل گوناگونی از جمله تغییرات در شرایط محیطی مانند دما، رطوبت و نور محیط و همچنین فرآیندهای داخلی گیاهان از جمله جذب و استفاده از مواد غذایی، تولید و انتقال انرژی و تنظیم رشد مرتبط باشد. همچنین تفاوت‌های در ترکیب و میزان مواد مغذی موجود در خاک و محیط رشد نیز ممکن است بر توسعه گیاهان تأثیر بگذارد. به طور کلی تنوع در نتایج می‌تواند ناشی از تعامل پیچیده بین عوامل محیطی و فیزیولوژیکی مختلف باشد که ممکن است تحت عملکرد گیاهان تأثیر بگذارد و به دلیل این تنوع نتایج می‌توانند در دوره‌های مختلف زمانی متفاوت باشند (Rocha *et al*, 2019).

جدول ۷- مقایسه میانگین وزن خشک کل تحت تأثیر پوشش هیدرو، غذایی، بیولوژیکی و پوشش نانوی بذر
Table 7. Mean comparison of total dry weight under the influence of hydro, nutrient, biological, and nano coverages of the seeds

سال Year	پوشش هیدرو Hydrocoat	پوشش غذایی Nutriccoat	پوشش بیولوژیکی Biocoat	پوشش نانو Nanocoat	وزن خشک کل Shoot dry weight (gr)
1	0	0	0	0	30.37 g-j
1	0	0	0	1	33.07 c-j
1	0	0	1	0	29.97 g-j
1	0	0	1	1	41.90 a-e
1	0	1	0	0	30.10 g-j
1	0	1	0	1	41.47 a-f
1	0	1	1	0	32.70 d-j
1	0	1	1	1	35.20 b-j
1	1	0	0	0	35.03 b-j
1	1	0	0	1	37.17 a-j
1	1	0	1	0	33.80 b-j
1	1	0	1	1	39.60 a-h
1	1	1	0	0	38.53 a-i
1	1	1	0	1	29.57 h-j
1	1	1	1	0	42.77 a-c
1	1	1	1	1	42.40 a-d
2	0	0	0	0	29.17 ij
2	0	0	0	1	30.40 g-j
2	0	0	1	0	35.03 b-j
2	0	0	1	1	37.67 a-j
2	0	1	0	0	31.47 g-j
2	0	1	0	1	34.87 b-j
2	0	1	1	0	38.70 a-i
2	0	1	1	1	46.70 a
2	1	0	0	0	30.70 g-j
2	1	0	0	1	39.83 a-g
2	1	0	1	0	28.10 j
2	1	0	1	1	31.83 f-j
2	1	1	0	0	32.43 e-j
2	1	1	0	1	38.00 a-j
2	1	1	1	0	43.57 ab
2	1	1	1	1	31.47 g-j

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می‌باشد.
Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0) indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

تعداد دانه

داد که در سال دوم پوشش دار نمودن بذر با مواد تغذیه ای و مواد بیولوژیکی تأثیر معنی داری بر تعداد بذرهای ریحان نداشت، ولی در سال اول تنها تیمار توأم پوشش غذایی و بیولوژیکی افزایش معنی داری را در تعداد بذرهای ریحان باعث شد و این صفت را به میزان ۱۷/۷ درصد افزایش داد (جدول ۸).

در این مطالعه تعداد بذر تولیدی در بوته ریحان به طور معنی داری تحت تأثیر برهم کنش سال × پوشش غذایی بذر × پوشش بیولوژیکی بذر و برهم کنش پوشش هیدرو × پوشش بیولوژیکی × پوشش نانو بذر قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های تعداد بذر نشان

جدول ۸- مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته تحت تأثیر سال، پوشش غذایی و پوشش بیولوژیکی بذر

Table 8. Mean comparison of number of seeds per plant under the influence of year, nutrient coverage, and biological coverage of the seeds

سال	پوشش غذایی	پوشش بیولوژیکی	تعداد دانه در بوته
Year	Nutriccoat	Biocoat	Number of seeds per plant
0	0	0	299.3 b
0	0	1	295.9 b
0	1	0	285.9 b
0	1	1	352.0 a
1	0	0	283.1 b
1	0	1	321.9 ab
1	1	0	309.6 ab
1	1	1	315.1 ab

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می باشد. Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0) indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

هیدرو × پوشش نانو، پوشش هیدرو × پوشش بیو و پوشش هیدرو × پوشش بیو × پوشش نانو افزایشی به ترتیب ۳۲/۶، ۳۷/۷، ۲۶ و ۳۴/۲ درصدی را در تعداد دانه ریحان باعث شدند (جدول ۹). لذا کاربرد توأم این تیمارها می تواند بهینه سازی فرآیندهای رشدی و تولید موثری را فراهم کند که منجر به افزایش تولید دانه های ریحان می شود (Afzal, 2021).

مقایسه میانگین‌های تعداد بذر تحت تأثیر برهم کنش پوشش هیدرو، پوشش بیولوژیکی و پوشش نانو نشان داد که کاربرد انفرادی هیچ یک از تیمارهای مورد ذکر تأثیر معنی داری بر تعداد دانه تولیدی نداشت و تنها کاربرد توأم تیمارها باعث افزایش معنی داری را در تعداد دانه ریحان شد. تیمارهای پوشش بیولوژیکی × پوشش نانو، پوشش

جدول ۹- مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته تحت تاثیر پوشش هیدرو، پوشش بیولوژیکی و پوشش نانوی بذر

Table 9. Mean comparison of number seeds per plant under the influence of hydro, biological, and nanocoverages of the seeds

پوشش هیدرو Hydrocoat	پوشش بیولوژیکی Biocoat	پوشش نانو Nanocoat	تعداد دانه Number of seeds per plant
0	0	0	257.9 b
0	0	1	264.1 b
0	1	0	273.5 b
0	1	1	341.7 a
1	0	0	301.9 ab
1	0	1	354.0 a
1	1	0	324.7 a
1	1	1	345.0 a

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می باشد.

Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0)

indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

مقایسه میانگین وزن هزار دانه ریحان تحت

تاثیر اثر سال × پوشش بیولوژیکی × پوشش نانو نشان داد که وزن هزار دانه در سال اول بررسی تحت تاثیر تیمارهای مورد بررسی قرار نگرفت، ولی در سال دوم نتایج متفاوتی به دست آمد و تمامی تیمارهای پوشش دار نمودن بذره‌های ریحان باعث کاهش معنی داری در وزن هزار دانه ریحان شد. تیمارهای اصلی پوشش نانو و پوشش بیولوژیکی و کاربرد توام پوشش بیولوژیکی × پوشش نانو به ترتیب باعث کاهشی برابر با ۱۳/۶، ۱۷/۷ و ۲۱/۳ درصدی را در وزن هزار دانه ریحان شد (جدول ۱۰).

وزن هزار دانه

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات وزن هزار دانه به طور معنی داری تحت تاثیر اثر ساده پوشش بذر هیدرو و برهم کنش سال × پوشش بیولوژیکی × پوشش نانو قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه تحت تاثیر پوشش هیدرو بذر نشان داد که پوشش دار نمودن بذره‌های ریحان کاهش معنی داری را در وزن هزار دانه باعث گردید و با پوشش دار نمودن بذره‌های ریحان وزن هزار دانه به میزان ۵/۱ درصد کاهش یافت (جدول ۳).

جدول ۱۰- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تاثیر سال، پوشش بیولوژیکی و پوشش نانوی بذر

Table 10. Mean comparison of thousand seed weight under the influence of year, biological coverage, and nano coverage of the seeds

سال Year	پوشش بیولوژیکی Biocoat	پوشش نانو Nanocoat	وزن هزار دانه 1000 seed weight (gr)
0	0	0	1.842 bc
0	0	1	2.008 b
0	1	0	1.883 bc
0	1	1	1.792 c
1	0	0	2.200 a
1	0	1	1.900 bc
1	1	0	1.817 bc
1	1	1	1.733 c

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می باشد. Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0) indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

در این بررسی پوشش دار نمودن بذور ریحان با پوشش غذایی موجب کاهش معنی داری در وزن هزار دانه ریحان شد. با پوشش دار نمودن بذور ریحان با ترکیبات غذایی، وزن هزار دانه ۱/۸۴ گرم به دست آمد که در مقایسه با شاهد (۱/۹۵ گرم) به میزان شش درصد کمتر بود (جدول ۵). می توان فرض کرد که پوشش دادن بذور ریحان با ترکیبات غذایی به معنای افزودن مواد غذایی به بذرها بوده و می تواند به عنوان یک روش تغذیه ای برای بذرها ریحان عمل کند. این امر با افزایش تعداد دانه، بر تعداد مخازن افزوده و در نتیجه از سهم دانه ها در دریافت آسمیلات ها کاسته می شود (Rocha et al, 2019).

عملکرد دانه

تجزیه واریانس صفات نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی داری تحت تاثیر برهم کنش

سال × پوشش غذایی × پوشش بیولوژیکی و برهم کنش پوشش هیدرو × پوشش بیولوژیکی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین های عملکرد دانه نشان داد که در سال اول بیشترین عملکرد دانه ریحان با ۰/۶۴ گرم در متر مربع در تیمار پوشش غذایی × پوشش بیولوژیکی به دست آمد که از این نظر در مقایسه با شاهد به میزان ۸/۲ درصد بیشتر بود. در سال دوم نیز در تیمار پوشش غذایی به تنهایی بیشترین مقدار عملکرد دانه به دست آمد (جدول ۸). اثر ترکیبی پوشش بیولوژیکی و پوشش غذایی تأثیرات افزایشی بر رشد و عملکرد دانه داشت. در این بررسی بیشترین عملکرد دانه با ۰/۶۴۵ گرم در مترمربع در تیمار اصلی پوشش هیدرو به دست آمد که از این نظر در مقایسه با شاهد به میزان ۲۳/۸ درصد بیشتر بود (جدول ۱۱).

جدول ۱۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر پوشش هیدرو و پوشش بیولوژیکی بذر

Table 11. Mean comparison of seed yield under the influence of hydro and biological coverages of the seeds

پوشش هیدرو Hydrocoat	پوشش بیولوژیکی Biocoat	عملکرد دانه Seed yield (gm ²)
0	0	0.5217 b
0	1	0.5775 ab
1	0	0.6458 a
1	1	0.5804 ab

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می باشد.
Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0) indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

درصد اسانس

تجزیه واریانس صفات نشان داد که درصد اسانس ریحان به طور معنی داری تحت تاثیر اثرهای اصلی پوشش نانو و پوشش تغذیه ای قرار گرفت (جدول ۲). بر اساس نتایج پوشش دار نمودن بذرهای ریحان با مواد نانو افزایش معنی داری به میزان ۱۶/۹ درصد را در درصد اسانس سبب شد (جدول ۱۲). پوشش نانو به عنوان یک فناوری نوین به دو صورت مختلف بر روی بذور اعمال شود: اولاً می تواند باعث افزایش نفوذ به بذر و جذب بهتر مواد مغذی و آب شود. ثانیاً ممکن است به عنوان یک واسطه برای افزایش تولید مواد شیمیایی مانند اسانس در گیاه عمل کند. استفاده از مواد نانو به عنوان پوشش روی بذور می تواند فعالیت های بیولوژیکی و شیمیایی را بهبود بخشد و در نتیجه منجر به افزایش تولید اسانس و مواد فعال گیاهی شود. این مواد نانومتری به دلیل ویژگی های خاص خود می توانند به طور کارآمد در تنظیم فعالیت های زیستی گیاهان مؤثر باشند و در نتیجه محصول نهایی را بهبود بخشند (Igiebor

et al, 2023). پوشش دار نمودن بذرهای ریحان با مواد غذایی افزایش معنی داری را در درصد اسانس ریحان باعث شد با پوشش دار نمودن بذرهای ریحان با مواد غذایی درصد اسانس ۱/۴۴ درصد به دست آمد که در مقایسه با شاهد به میزان ۱۵/۲ درصد بیشتر بود (جدول ۵). این نتیجه ممکن است به دلیل چند عامل باشد. اولاً پوشش دار کردن بذور ریحان با مواد غذایی می تواند بهبود جذب مواد مغذی و آب توسط بذرها را فراهم کند که به رشد بهتر گیاه و تولید اسانس بیشتر منجر شود. ثانیاً، این پوشش ها به عنوان منابع غذایی برای بذرها عمل می کنند و انرژی لازم برای رشد و تولید مواد شیمیایی مورد نیاز گیاه را فراهم کنند. همچنین مواد غذایی مورد استفاده در پوشش دار کردن بذور می توانند موادی باشند که میزان مواد فعال و ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس ریحان را تسهیل کنند. این افزایش به عنوان یک عامل مؤثر در افزایش درصد اسانس در گیاه ریحان مورد توجه قرار گیرد (Ben-Jabeur *et al*, 2019).

جدول ۱۲- مقایسه میانگین درصد اسانس تحت تأثیر پوشش نانو روی بذر

Table 12. Mean comparison of percentage of essential oil under the influence of nano coverage of the seeds

پوشش نانو Nanocoat	درصد اسانس Essential oil %
0	1.24 b
1	1.45 a

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می باشد. Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0) indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

عملکرد اسانس

تیماری، اثر تیمار اصلی پوشش بیولوژیکی باعث افزایش عملکرد اسانس به میزان ۳۲/۴ درصد بیشتر شد (جدول ۱۳). ترکیب این دو روش ممکن است تأثیرات تقویت کننده‌ای بر روی تولید اسانس داشته باشد و احتمالاً این دو تیمار با یکدیگر همترازی در فرآیند رشد و تولید مواد مفید برای گیاه ریحان داشته‌اند (Ben-Jabeur *et al*, 2019). بطور کلی، ترکیب و تعامل بین پوشش هیدرو و بیولوژیکی بطور واضح تأثیرات متفاوتی بر رشد و عملکرد گیاهان دارند، و این نتایج نشان دهنده نیاز به بررسی‌های بیشتر و دقیق‌تر برای درک بهتر این فرآیندها می باشد.

عملکرد اسانس ریحان به طور معنی داری تحت تأثیر کلیه پوشش‌های بذر (پوشش‌های هیدرو، غذایی، بیولوژیکی و نانو) و برهم کنش سال × پوشش هیدرو × پوشش بیولوژیکی و پوشش هیدرو × پوشش غذایی × پوشش نانو قرار گرفت (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، در سال اول بررسی کاربردی اصلی پوشش هیدرو و بیولوژیکی تأثیر معنی داری بر عملکرد اسانس نداشت، ولی کاربرد توأم این دو تیمار به میزان ۳۳/۸ درصد عملکرد اسانس را افزایش داد. در سال دوم بررسی در بین ترکیب‌های

جدول ۱۳- مقایسه میانگین عملکرد اسانس تحت تأثیر سال، پوشش هیدرو و پوشش بیولوژیکی بذر

Table 13. Mean comparison of essential oil yield under the influence of year, hydro coverage, and biological coverage of the seeds

سال Year	پوشش هیدرو Hydrocoat	پوشش بیولوژیکی Biocoat	عملکرد اسانس Essential oil yield (grha ⁻¹)
0	0	0	32.80 bc
0	0	1	31.94 bc
0	1	0	35.06 bc
0	1	1	43.92 a
1	0	0	29.35 c
1	0	1	38.83 ab
1	1	0	35.02 bc
1	1	1	34.25 bc

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می باشد. Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0) indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

بررسی عملکرد اسانس تحت تاثیر برهم کنش پوشش هیدرو × پوشش غذایی × پوشش بیولوژیکی نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس در دو تیمار پوشش غذایی × پوشش بیولوژیکی و پوشش هیدرو × پوشش غذایی × پوشش بیولوژیکی به دست آمد. در این دو تیمار عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد به ترتیب به میزان ۷۷/۲ و ۶۳/۳ درصد بیشتر بود (جدول ۱۴). این نتایج نشان می‌دهند که ترکیبات موجود در ترکیبات غذایی و بیولوژیکی می‌توانند تولید اسانس ریحان را بهبود بخشند. لذا پوشش هیدرو با ترکیبات بیولوژیکی یا غذایی بهبودی قابل توجهی در عملکرد اسانس ریحان داد. به طور کلی، ترکیب و تعامل بین این تیمارهای مختلف می‌تواند به عنوان یک روش موثر برای افزایش عملکرد و کیفیت اسانس ریحان مورد استفاده قرار گیرد (Gómez-Contreras *et al*, 2021).

جدول ۱۴- مقایسه میانگین عملکرد اسانس تحت تاثیر پوشش هیدرو، پوشش غذایی و پوشش بیولوژیکی بذر

Table 14. Mean comparison of essential oil yield under the influence of hydro, nutrient, and biological coverages of the seeds

پوشش هیدرو Hydrocoat	پوشش غذایی Nutriccoat	پوشش بیولوژیکی Biocoat	عملکرد اسانس Essential oil yield (grha ⁻¹)
0	0	0	25.19 c
0	0	1	32.78 bc
0	1	0	30.38 c
0	1	1	44.58 a
1	0	0	28.42 c
1	0	1	39.03 ab
1	1	0	39.71 ab
1	1	1	41.08 a

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. (۰) به معنی عدم اعمال تیمار و (۱) به عنوان اعمال تیمار می‌باشد. Non-matching letters indicate significance at the 5 percent probability level. (0) indicates the absence of treatment, and (1) indicates treatment application

توصیه ترویجی

تغذیه‌ای بود که نسبت به تیمار شاهد (۱۴۹۳ کیلوگرم در هکتار) افزایش ۸/۲۵ درصدی را نشان داد. پس از آن، تیمارهای ترکیب پوشش تغذیه‌ای × بیولوژیکی (۱۵۹۶ کیلوگرم در هکتار) و پوشش هیدرو (۱۵۸۶ کیلوگرم در هکتار) نیز به ترتیب با افزایش ۶/۹ درصد و ۶/۲

بررسی اثر انواع پوشش‌های بذر بر گیاه ریحان نشان داد که تیمارهای پوشش‌دهی تاثیر چشمگیری بر بهبود عملکرد دانه و سایر صفات مرتبط داشتند. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱۶۱۶ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار پوشش

درصد نسبت به شاهد، در رده‌های بعدی قرار گرفتند. این افزایش در عملکرد دانه، همراه با بهبود سایر صفات فیزیولوژیکی نظیر تعداد برگ، شاخص سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی، گویای تأثیر مثبت پوشش‌دهی بذر بر رشد و بهره‌وری گیاه است. به طور کلی، استفاده از پوشش‌های تغذیه‌ای و ترکیبی، می‌تواند به عنوان روشی مؤثر برای افزایش عملکرد دانه تا حدود ۱۲۰ تا ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط اقلیمی مشابه به کار گرفته شود. این نتایج می‌تواند راهگشای توسعه کشاورزی پایدار و افزایش بهره‌وری در تولید گیاهان دارویی باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات حوزه پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان تقدیر و تشکر می‌گردد.

References

- Afzal, I., Javed, T., Amirkhani, M. and Taylor, A. 2020. Modern seed technology: seed coating delivery systems for enhancing seed and crop performance. *Agric.* 10: 526-535. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110526>.
- Alhasan, A., Kadhem Abbas, M., Al-Ameri, M., Tareq Al-Ameri, A. 2020. Growth and yield response of basil (*Ocimum basilicum* L.) to different rates of urea fertilizer under field conditions. 1st Scientific International Virtual Agricultural Conference. University of Al-Qadisiyah, Al-Diwaniyah, Iraq, 31 May-1 June 2020. IOP Conference series: Earth and Environmental Science, 553:012044. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/553/1/012044>.
- Baroni, D. F. and Duarte Vieira, H. 2020. Coating seeds with fertilizer: A promising technique for forage crop seeds. *Ciênc. Agrotec.* 44:e013720. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044013720>.
- Barros, A. F., Duarte Pimentel, L., Fontes Araujo, E., Roberto de Macedo, L., Emília Prieto Martinez, H., Aparecida Pereira Batista, V. and Queiroz da Paixão, M. 2017. Super absorbent polymer application in seeds and planting furrow: it will be a new opportunity for rainfed agriculture. *Semina: Ciênc. Agrár. Londrina.* 38: 1703-1714. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1703>.
- Ben-Jabeur, M., Vicente, R., López-Cristoanini, C., Alesami, N., Djéballi, N., Gracia-Romero, A., Dolores Serret, M., López-Carbonell, M., Luis Araus, J., and Hamada, W. 2019. A novel aspect of essential oils: coating seeds with thyme essential oil induces drought resistance in wheat. *Plants* 8: 371-383. <https://doi.org/10.3390/plants8090371>.
- Bhaskaran, M., Santhiya, R. and Umarani, R. 2017. Nutrient based seed coating formulation for enhancement of seed germination characteristics, crop growth and productivity of cotton. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 6(12): 5429-5438.
- Corlett, F. M.F., Rufino, C., Vieira, J. F., Tavares, L. C., Tunes, L.V.M. and Barros, A. 2014. The influence of seed coating on the vigor and early seedling growth of barley. *Cien. Inv. Agr.* 41(1):129-136. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202014000100012>.
- Gómez-Contreras, P., Figueroa-Lopez, K., Hernández-Fernández, J., Cortés

- Rodríguez, M. and Ortega-Toro, R. 2021.** Effect of different essential oils on the properties of edible coatings based on yam (*Dioscorea rotundata* L.) starch and its application in strawberry (*Fragaria vesca* L.) Preservation. App. Sci. 11: 11057. <https://doi.org/10.3390/app112311057>.
- Gubišová, M., Hudcovicová, M., Matušinský, P., Ondreicková, K., Klčová, L. and Gubiš, J. 2022.** Superabsorbent polymer seed coating reduces leaching of fungicide but does not alter their effectiveness in suppressing pathogen infestation. Polymers 14: 1-13. <https://doi.org/10.3390/polym14173582>.
- Hoseini, A., Salehi, A., Sayyed, R.Z., Balouchi, H., Moradi, A., Piri, R., Fazeli-Nasab, B., Pocai, P., Ansari, M. J., Obaid, S. and Datta, R. 2022.** Efficacy of biological agents and fillers seed coating in improving drought stress in anise. Front. Plant Sci. 13: 86-94. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.861921>.
- Igiebor, F. A., Asia, M. and Ikhajiagbe, B. 2023.** Green nanotechnology: a modern tool for sustainable agriculture – A review. Int. J. Hort. Sci. Tech. 10: 269-286. <https://doi.org/10.22059/IJHST.2023.348436.654>.
- Jagadeesh, V., Sujatha Patta, S., Triveni, K., Keshavulu, K., Rani, J. and Raghavendra, K. 2017.** Effect of biological seed coating on pigeonpea seedling vigour. Int. J. Curr. Microbiol. App, 6(8): 843-854.
- Jarecki, W. and Wietecha, J. 2021.** Effect of seed coating on the yield of soybean *Glycine max* (L.) Merr. Plant, Soil Environ. 67(8): 468–473. <https://doi.org/10.17221/179/2021-PSE>.
- Jeephet, P., Atnaseo, C., Hermhuk, S. and Kangsopa, J. 2022.** Effect of seed pelleting with different matrices on physical characteristics and seed quality of lettuce (*Lactuca sativa*). Int. J. Agric. Tech. 18(5): 2009-2020.
- Klarod, K., Dongsansuk, A., Piepho, H. and Siri, B. 2021.** Seed coating with plant nutrients enhances germination and seedling growth, and promotes total dehydrogenase activity during seed germination in tomato (*Lycopersicon esculentum*). Seed Sci. Tech. 49: 107-124. <https://doi.org/10.15258/sst.2021.49.2.02>.
- Maity, A., Natarajan, N., Pastor, M., Gupta, C. K. and Wasnik, V. K. 2018.** Nanoparticles influence seed germination traits and seed pathogen infection rate in forage sorghum and Cowpea. Indian J. Exp. Biol. 56: 363-372.
- Palupi, T. and Riyanto, F. 2020.** Seed coating with biological agents to improve the quality of rice seeds contaminated with blast pathogens and increase seedling growth. Biodiversitas, 21: 683-688. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210216>.
- Pereira, A. D. E., Caixeta Oliveira, H., Fernandes Fraceto, L., C. Santaella. 2021.** Nanotechnology Potential in Seed Priming for Sustainable Agriculture. Nanomaterials 11(2): 267. <https://doi.org/10.3390/nano11020267>.
- Priyono, J. and Agung Ketut Sudharmawan, A. 2020.** Seed coating with organomineral fertilizer, an alternative method to improve the efficiency of farming. Asian Res. J. Agric. 12(1): 12-17. <https://doi.org/10.9734/ARJA/2020/v12i130072>.
- Rao, P.S., Parimala, K., Rajasri, M. and Sudha Rani, M. 2015.** Effect of seed coating with polymers and chemicals on seed quality during storage in hybrid cotton. J. Res. ANGRAU 43(1&2): 44-48.
- Reddy, B., Bara, B.M. and Yaswanth Krishina, R. 2019.** Effect of polymer seed coating

- and seed treatment on seed quality parameters and yield attributing characters of hybrid maize (*Zea mays* L.). Int. J. Curr. Microb. App. Sci. 8: 1175-1182. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.806.144>.
- Rocha, I., Ma, Y., Souza-Alonso, P., Vosátka, M., Freitas, H. and R.S. Oliveira. 2019.** Seed coating: a tool for delivering beneficial microbes to agricultural crops. Front. Plant Sci. 10: 1-12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01359>.
- Suganya, K., Jerlin, R. and Raja, K. 2020.** Effect of super absorbent polymercoating on seed yield and quality of green gram (*Vigna radiata* L.) under field condition. Sci. Forecast Publ. 14: 56-67.
- Szparaga, A. 2023.** Biostimulating extracts from *Arctiumlappa*L. as ecological additives in soybean seed coating applications. Sciendo 27:1-10. <https://doi.org/10.2478/frp-2023-0001>.
- Thiphinkong, D. and Sikhao, P. 2021.** Development of fluorescent coating substance for anti- counterfeit of high value seeds. Int. J. Agric. Tech. 17(6): 2429-2438.
- Yavaş, İ. 2021.** The Effect of nanoparticle applications on plants under some stress conditions. Turk. J. Range and Forage Sci. 2(2): 52-62. <https://doi:10.51801/turkjrf.954843>

Investigating the effect of seed treatments on the growth and production of basil essential oil

E. Farajzadeh Memari Tabrizi^{1*} and A. Yousefpour Dokhaniye²

1. Department of Agronomy, Male.C., Islamic Azad University, Malekan, Iran

2. Department of Horticultural Science, Ta.C., Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

ABSTRACT

Farajzadeh Memari Tabrizi, E., and Yousefpour Dokhaniye, A. 2025. Investigating the effect of seed treatments on the growth and production of basil essential oil. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal* 14 (2): 247-266. (in Persian).

Germination and seedling establishment represent a critical stage in the plant life cycle, significantly influencing the productive potential of plants. This study was conducted using a 2⁴ factorial experiment within a randomized complete block design with three replications, involving four treatments—hydro, biological, nutritional, and nano coatings—over the 2021 and 2022 growing seasons at the agricultural research station of the Islamic Azad University, Malekan. In the first year, the combined nutritional and biological coating treatment produced the highest seed yield, exhibiting a 2.8% increase over the control (1,124 kg ha⁻¹). In the second year, the nutritional seed coating treatment achieved the maximum yield of 1,217 kg ha⁻¹. Additionally, the hydro coating treatment in the second year resulted in a seed yield of 1,216 kg ha⁻¹, representing an 8.23% increase compared to the control (1,124 kg ha⁻¹). Other treatments also led to improvements in traits such as total dry weight, leaf area index, and chlorophyll content; however, their effects on seed yield were not as pronounced as those of the aforementioned treatments. The findings of this research indicate that the application of specific seed coatings, particularly nutritional and hydro coatings, can serve as a practical and effective strategy for enhancing basil seed yield.

Key words: Essential oil, Seed, Coating, Germination.

Corresponding author: farajzadeh@iaua.ac.ir

Tel.: +984133266352

Received: 18, December, 2025

Accepted: 22, July, 2026