



Investigating the Effect of Cultivation Method and Pre-Soaking of Seed on Seed and Essential oil Yield of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Under Dry Farming

Rooholla Moradi¹, Amir Hossein Saeidnejad², Seyyed Masoud Ziaei³

1. Corresponding Author, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran. E-mail: r.moradi@uk.ac.ir

2. Crop and Horticultural Science Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran. E-mail: asaeidnejad@gmail.com

3. Department of Plant Productions, Higher Education Complex of Saravan, Saravan, Iran. E-mail: ziaeimasoud@yahoo.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	In order to investigate yield, yield components and essential oil quantity of cumin as affected by cultivation and pre-soaking methods, a split plot experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications. The main-plot of the experiment was the cultivation method in two levels (planting in a leveled and non-leveled method), and duration of seed pre-soaking at five levels (control, 6, 12, 24 and 48 hours) was considered as sub-plot. The results showed that in both cultivation methods, the highest and lowest number of emergent plants were observed in the 12 and 48 hours seed pre-soaking treatments, respectively. In non-soaked seeds, the number of emergent plants in the leveled cultivation method was more than that of the non-leveled cultivation method, but, there was an opposite trend for the 6, 12 and 24 hours pre-soaking. In all seed soaking treatments, seed yield was significantly higher in the non-leveled than leveled cultivation method. The highest seed yield, biological yield and essential oil yield were obtained in the cultivation method without leveling, and 12 hours of seed pre-soaking. In the leveled cultivation method, the non-soaked seeds significantly produced the highest essential oil percentage, but in non-leveled cultivation method, the highest essential oil percentage (2.60%) was observed in 48 hours of seed pre-soaking, which it had no significant difference with other seed pre-soaking treatments in terms of essential oil percentage. Among the investigated traits, essential oil yield had the strongest correlation with the seed yield.
Article history: Received: 31 January 2023 Received in revised form: 1 September 2023 Accepted: 3 September 2023 Published online: 22 December 2023	
Keywords: <i>Emergence percentage,</i> <i>Essential oil percentage,</i> <i>Germination,</i> <i>Land leveling,</i> <i>Tillage.</i>	

Cite this article: Moradi, R., Saeidnejad, A. H. & Ziaei, S. M. (2023). Investigating the Effect of Cultivation Method and Pre-Soaking of Seed on Seed and Essential oil Yield of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Under Dry Farming. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 54 (4), 627-641. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.354315.2086>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.354315.2086>

Publisher: The University of Tehran Press.

Extended Abstract

Introduction

Medicinal plants play major roles in human health services worldwide. Many people in both developing and developed countries are turning to herbal medicine. Iran has a long medical tradition and traditional learning of plant remedies. Besides serving medical and cultural functions, medicinal plants also have an important economic role across the country. The planting area of medicinal plants is about 166,527 ha, which contains nearly 1% of the total planting area in Iran. Cumin (*Cuminum cyminum* L.) is an annual plant, which commonly cultivated in arid and semiarid regions of Iran, especially in Great Khorasan province. India (70%),

Syria (7%), Turkey (6%) and Iran (6%) are the main producers of cumin. The crop has a wide range of uses, including in the medicinal, cosmetic and food industries. Cumin occupies about 26% of total area devoted to medicinal plants in Iran.

In arid regions, cumin production is widely limited by poor stand establishment and nutrient deficiencies. Cumin seeds germination tends to be irregular and can extend over long periods, particularly in drought-prone environments. The adverse effects of drought stress can be alleviated by various measures, including seed priming (pre-sowing seed treatment). The general purpose of seed priming is to partially hydrate the seed to a point where germination processes are begun, but not completed. Treated seeds are usually re-dried to primary moisture before use, but they would exhibit rapid germination when re-imbibed under normal or stress conditions. Such controlled imbibition of seed followed by dehydration was shown to improve germination and early seedling growth under salt and drought stress, compared to seedlings grown from untreated seed. Various pre-hydration or priming treatments have been employed to increase the speed and synchrony of seed germination.

On the other hand, it should be noted that the cultivation method in dry farming can affect the yield of cumin. Different tillage and cultivation methods can affect the germination of seeds by changing the physical conditions of the seed bed, such as moisture, heat, ventilation and resistance characteristics of the soil. Plant establishment is generally considered as a criterion for evaluating the quality of the substrate and cultivation method. The number of emerged plants and their growth conditions are an indicator of the number of seeds that have successfully germinated and sprouted from the soil.

Materials and Methods

In order to investigate yield, yield components and essential oil quantity of cumin as affected by cultivation and pre-soaking methods, a split plot experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications. The main-plot of the experiment was cultivation method in two levels (cultivation in a leveled and non- leveled method), and duration of seed pre-soaking in four levels (6, 12, 24 and 48 hours) was consisted as sub-plot.

Results and discussion

The highest and lowest number of emergent plants were observed in the 12 and 48-hours seed pre-soaking treatments, respectively. When the seeds were not soaked, the number of emerged plants in the leveled cultivation method (48 plants per m²) was more than that of non-leveled cultivation method (41 plants per m²). But, for the treatments of 6, 12 and 24-hours pre-soaking, there was an opposite trend. In both cultivation methods, the highest plant height and number of umbrellas per plant were obtained in the 48-hour seed pre-soaking treatment. In all seed soaking treatments, seed yield was significantly higher in non-leveled than leveled cultivation method. The highest seed yield (78.64 g m⁻²), biological yield (188.7 g m⁻²) and essential oil yield (1.82 ml m⁻²) were obtained in the cultivation method without leveling with 12-hours of seed pre-soaking. In the leveled cultivation method, the non-presoaked seeds significantly produced the highest essential oil percentage (2.14%), but in non-leveled cultivation method, the highest essential oil percentage (2.60%) was observed in 48 hours of seed pre-soaking, which it had no significant difference with other seed pre-soaking treatments in terms of essential oil percentage. Among the investigated traits, essential oil yield had the strongest correlation ($r=0.912$) with the seed yield. In other words, seed yield was the most influential factor in producing cumin essential oil.

Conclusion

The results illustrated that the pre-soaking of cumin seeds can be important in rainfed cultivation and soaking the seeds for 12 hours had a notable effect on the plant emerging and seed yield. Another important point was that soaking cumin seeds for more than 12 hours does not have a positive effect. Also, the results confirmed that cultivation cumin seeds in uneven land (no-leveling after plowing) due to shading of the rhizosphere, reducing the evaporation, preventing runoff and maintaining more soil moisture led to improvement of cumin yield.

تأثیر روش کاشت و پیش‌خیساندن بذر بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) در کشت دیم

روح اله مرادی^۱ | امیرحسین سعیدنژاد^۲ | سیدمسعود ضیائی^۳

۱. نویسنده مسئول، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: r.mordi@uk.ac.ir
۲. بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران. رایانامه: asaeidnezhad@gmail.com
۳. گروه تولیدات گیاهی، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، ایران. رایانامه: ziaeimasoud@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	به‌منظور بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و کمیت اسانس گیاه زیره سبز تحت تأثیر روش کاشت و خیساندن بذر در کشت دیم، آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ اجرا شد. فاکتور اصلی آزمایش شامل روش کاشت بذر زیره سبز در دو سطح (کاشت به‌روش تسطیح و کاشت بدون تسطیح زمین) و فاکتور فرعی شامل زمان خیساندن بذر زیره سبز قبل از کاشت در پنج سطح (عدم خیساندن، خیساندن به‌مدت ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت) بود. در هر دو روش کاشت، بیشترین و کمترین تعداد بوته سبز شده زیره سبز به‌ترتیب در تیمارهای ۱۲ و ۴۸ ساعت خیساندن بذر مشاهده شد. در تیمار عدم خیساندن بذر، تعداد بوته‌های سبز شده در کشت به‌روش تسطیح (۴۸ بوته در مترمربع) بیشتر از کاشت به‌روش عدم تسطیح (۴۱ بوته در مترمربع) بود. اما برای تیمارهای ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت خیساندن بذر، در روش کاشت به‌صورت عدم تسطیح تعداد بوته‌های سبز شده بیشتر بود. بالاترین ارتفاع بوته و تعداد چتر در بوته در هر دو روش کاشت برای تیمار ۴۸ ساعت خیساندن بذر به‌دست آمد. در کلیه تیمارهای خیساندن بذر، عملکرد دانه در روش کاشت بدون تسطیح به‌طور معنی‌داری بیشتر از کاشت با تسطیح بود. بالاترین مقادیر عملکردهای دانه (۷۸/۶۴ گرم در مترمربع)، بیولوژیک (۱۸۸/۷ گرم در مترمربع) و اسانس (۱/۸۳ میلی‌لیتر در مترمربع) در روش کاشت بدون تسطیح زمین با ۱۲ ساعت خیساندن بذر حاصل شدند. در کاشت به‌روش تسطیح زمین، تیمار عدم خیساندن بذر (۲/۱۴ درصد) با اختلاف معنی‌داری بیشترین درصد اسانس را دارا بود. ولی در شرایط کاشت بدون تسطیح زمین، بالاترین درصد اسانس (۲/۶۰ درصد) در ۴۸ ساعت خیساندن بذر مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارهای خیساندن بذر نداشت. از بین صفات مورد بررسی، میزان عملکرد اسانس قوی‌ترین رابطه ($r=0.912$) را با عملکرد دانه دارا بود. به‌عبارتی، عملکرد دانه تأثیرگذارترین عامل در میزان اسانس زیره سبز بود. به‌طور کلی، کاشت زیره سبز پس از ۱۲ ساعت خیساندن بذر و به‌روش عدم تسطیح زمین برای شرایط دیم توصیه می‌شود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۱	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۶/۱۰	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۲	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۰۱	
کلیدواژه‌ها: درصد اسانس، درصد سبز شدن، تسطیح زمین، جوانه‌زنی، شخم	

استناد: مرادی، روح اله؛ سعیدنژاد، امیرحسین و ضیائی، سیدمسعود (۱۴۰۲). تأثیر روش کاشت و پیش‌خیساندن بذر بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) در کشت دیم. نشریه علوم باغبانی ایران، ۵۴ (۴)، ۶۴۱-۶۲۷. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.354315.2086>



© نویسندگان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.354315.2086>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

ایران با سطح زیر کشت حدود ۲۱ هزار هکتار و میانگین صادرات سالانه ۱۵۷۳ تن زیره سبز یکی از مهمترین تولید کنندگان این گیاه در جهان می‌باشد (Rasekh Jahromi & Norani Azad, 2023). این گیاه عمدتاً در استان‌های خراسان، یزد، اصفهان و کرمان کشت می‌شود (Saeed Nezhad & Rezvani Moghaddam, 2010). دانه‌های زیره سبز حاوی مقادیر بالایی کاروتن، آهن و ترکیبات ثانویه مهم و دارویی هستند که در طب سنتی و نوین به‌عنوان آنتی‌اکسیدان و ضد نفخ مورد استفاده قرار می‌گیرند و در درمان اسهال، سوءهاضمه، سردرد، سرماخوردگی، تب، زخم دهان و گلو مؤثرند (Fatima *et al.*, 2018). اهمیت زیره سبز نه تنها در ارزآوری برای اقتصاد کشور می‌باشد، بلکه از جهت اشتغال‌زایی نیز قابل توجه است. ویژگی‌هایی از قبیل فصل رشد کوتاه، نیاز آبی کم، عدم تداخل فصل رشد آن با سایر محصولات کشاورزی، توجیه اقتصادی بالا نسبت به محصولات زراعی دیگر و صادراتی بودن آن باعث شده است تا این گیاه جایگاه ویژه‌ای در الگوی کشت مناطق خشک و نیمه خشک داشته باشد (Bakhtari *et al.*, 2016).

در صورتی که بارندگی در دوره رشد زیره سبز حدود ۱۵۰ میلی‌متر باشد، قابلیت کشت دیم زیره سبز وجود دارد (AliZadeh *et al.*, 2001). کشت زیره سبز در گذشته به‌روش دیم در ایران رایج بوده است، ولی در دو دهه اخیر کشت آبی آن به‌دلیل افزایش قیمت این محصول و درآمد مناسب آن رواج یافته است (Zarif Neshat, 2004). در تحقیقی سه‌ساله بر روی زیره سبز تایید شد که در سال‌های با بارندگی مناسب در مشهد، اعمال آبیاری اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد زیره سبز نداشت (Sadeghi *et al.*, 2011). دانش بومی کشاورزان مناطق مختلف خراسان نیز با نظر این محقق هم‌راستا می‌باشد و عقیده دارند که باید از آبیاری مستقیم زیره سبز خودداری نمود. در مطالعه Alizadeh *et al.* (2001) در منطقه مشهد طی بررسی زیره سبز در شرایط دیم و دوره‌های مختلف آبیاری مشاهده شد که با اینکه اعمال سه بار آبیاری باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک زیره سبز نسبت به شرایط دیم شد، ولی عملکرد دانه تحت تاثیر قرار نگرفت.

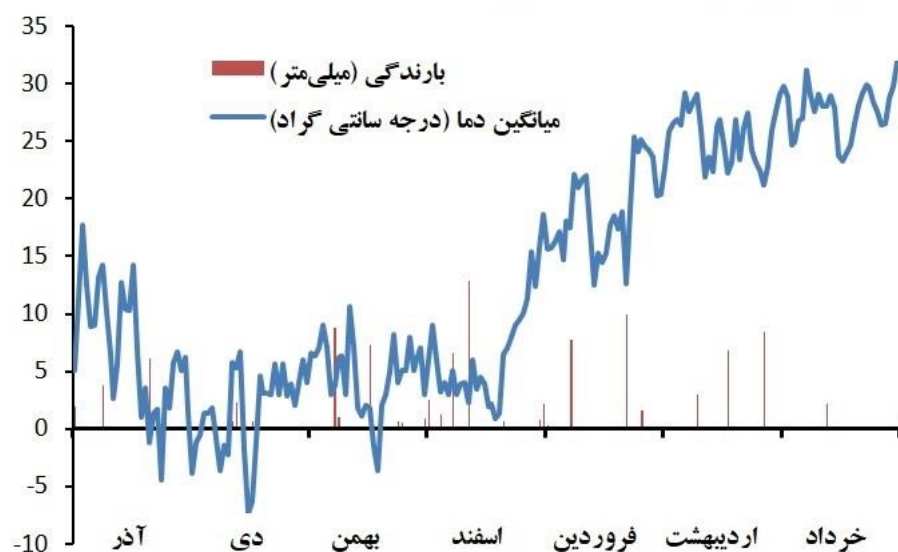
پیشینه پژوهش

فراهمی رطوبت مناسب در زمان جوانه‌زنی بذر، به‌خصوص در مناطق دیم، زمان و سرعت جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه را به‌شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد (Toushah *et al.*, 2009). اما اگر این مدت از طریق خیساندن بذر در آب، قبل از کاشت کاهش پیدا کند، جوانه‌زدن خیلی سریع‌تر انجام گرفته و محصول قوی‌تری تولید خواهد شد. آزمایشات انجام شده نشان داده‌است که عمل خیساندن بذر قبل از کاشت باعث استقرار بهتر، رشد رویشی بیشتر، تسریع در گلدهی و رسیدگی محصول و در نهایت عملکرد بیشتر گیاه می‌شود (Semida & Rady, 2014). تایید شده است که خیساندن بذر قبل از کاشت منجر به افزایش جذب آب توسط بذر و نرم شدن پوسته آن، فعال‌سازی آنزیم‌های مورد نیاز برای متابولیسم و جوانه‌زنی، افزایش سرعت تقسیم و تکثیر سلولی، افزایش سرعت سنتز DNA و RNA، فعال کردن آنزیم‌های گلوکوتایون و آسکوربات در بذر، تحریک رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه، افزایش میزان پروتئین و مواد غذایی ذخیره‌ای در بذر و در نتیجه کاهش زمان لازم برای جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه می‌شود (Demir Kaya *et al.*, 2006; Jisha *et al.*, 2013; Paparella *et al.*, 2015). زمان خیساندن برای بذور گیاهان مختلف بسته به فیزیک و اندازه بذر متفاوت می‌باشد (Murungu, 2011). مناسب‌ترین دوره زمانی برای خیساندن بذور هر گیاه زمان رسیدن بذر به اشباع آب می‌باشد (Torabi & Rabiei, 2012). از این زمان به‌بعد خیساندن بذر اثر مثبتی نداشته و گاهی تاثیر منفی بر خصوصیات جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه دارد. تاثیر مثبت پیش خیساندن بذر قبل از کاشت در برخی مطالعات تایید شده است (Kibite & Harker, 2001; Ruhi *et al.*, 2005; Abdul Rahmaniet *al.*, 2009; Torabi & Rabiei, 2012).

از طرفی، باید به این نکته توجه نمود که نوع سیستم کاشت در شرایط دیم می‌تواند در میزان عملکرد زیره سبز تاثیرگذار باشد. شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت از طریق تغییر در شرایط فیزیکی بستر بذر از قبیل ویژگی‌های رطوبتی، حرارتی، تهویه‌ای و مقاومتی خاک می‌توانند بر نحوه سبز شدن بذر اثر بگذارند (Noor Mohammadi & Zeraiyan, 2003). استقرار گیاه به‌عنوان معیار ارزیابی کیفیت بستر و سیستم کاشت محسوب می‌شود (Ding et al., 2021). تعداد بوته‌های سبز شده و شرایط رشدی آنها به‌عنوان شاخصی از تعداد دانه‌هایی که به‌طور موفقیت‌آمیز جوانه زده و سبز شده‌اند می‌باشد (Stone & Rowse, 2008). بنابراین، هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر زمان‌های مختلف خیساندن بذر و روش کاشت بر خصوصیات مختلف رشدی و عملکردی گیاه زیره سبز بود.

روش شناسی پژوهش

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ در یک مزرعه شخصی در شهرستان بردسکن واقع در ۳۰۰ کیلومتری جنوب غربی شهر مشهد با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۸۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۹۰ متر از سطح دریا اجرا شد. روند تغییرات دما و بارندگی در طول دوره آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده‌است. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل روش کاشت بذر زیره سبز در دو سطح (کاشت با تسطیح و کاشت بدون تسطیح) و فاکتور فرعی شامل زمان خیساندن بذر زیره سبز در آب در پنج سطح (عدم خیساندن، خیساندن به مدت ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت) بود.



شکل ۱. میزان درجه‌حرارت و بارندگی منطقه مورد مطالعه طی دوره کاشت تا برداشت زیره سبز در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ (منبع: ایستگاه سنوپتیک کاشمر)

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی خاک مزرعه مورد مطالعه

اسیدیتته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	پتاسیم (پی‌پی‌ام)	فسفر (پی‌پی‌ام)	نیترژن (درصد)	بافت
۷/۳۶	۱/۱۷	۰/۴۲	۳۱۳	۱۸/۹	۰/۰۹۳	لومی-شنی

زمین محل اجرای آزمایش در سال زراعی قبل آیش بود که خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن در جدول ۱ نشان داده شده است. برای کاشت زیره سبز ابتدا یک آبیاری به صورت غرقابی انجام شد. آماده‌سازی زمین و کاشت در تاریخ ۱۹ آذرماه در شرایط گاورو بودن زمین انجام شد. پس از انجام گاوآهن، کرت‌هایی به ابعاد ۴×۳ متر مشخص شد. بذرهای بر اساس تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع برای هر تیمار جداسازی شدند. برای خیساندن بذرهای از آب خالص استفاده شد و هیچ ماده دیگری جهت تسریع و تقویت جوانه‌زنی یا مبارزه با بوته میری استفاده نشد. برای این منظور، بذرهای طبق زمان‌های مورد نظر در آب غوطه‌ور شدند. سپس بذرهای آبکشی شدند. برای سهولت در کاشت و جلوگیری از چسبیدن آنها به هم، به مدت ۶ ساعت در سایه قرار داده شدند. به طوریکه، رطوبت روی بذر خشک شد. در روش کاشت به صورت تسطیح، ابتدا زمین با گاوآهن شخم زده شد، سپس با استفاده از دیسک کلوخه‌ها خرد شده، بذر زیره سبز (توده بردسکن) با تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع توسط دست پاشیده شد و با کولتیواتور متصل به ماله چوبی با خاک مخلوط شد. در روش کاشت بدون تسطیح، بعد از انجام گاوآهن، بذرهای به خاک اضافه شده و در خلل و فرج و شیارهای خاک قرار گرفت. تا انتهای فصل رشد هیچ آبیاری صورت نگرفت. مبارزه با علف‌های هرز به صورت وجین دستی در دو نوبت انجام گرفت.

از دو هفته بعد از کاشت، تعداد بوته‌های سبز شده پایش و شمارش نهایی در ۲۰ اسفند صورت گرفت. برای تعیین درصد بوته‌های سبز شده، کوادراتی (دو هفته بعد از کاشت) با ابعاد یک مترمربع در بخش میانی کرت قرار داده شد و تعداد بوته‌های داخل کوادرات شمارش شد. از آنجائی که تراکم کاشت ۱۰۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شده بود، درصد بوته‌های سبز شده بر اساس تعداد بوته در هر کوادرات محاسبه شد. در انتهای فصل رشد صفات وزن تر و خشک گیاه، ارتفاع و همچنین اجزای عملکرد دانه شامل تعداد چتر در هر بوته، تعداد دانه در هر چتر و وزن هزار دانه و در نهایت عملکردهای بیولوژیک و دانه در تاریخ شش خرداد مورد ارزیابی قرار گرفتند. شاخص برداشت نیز بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد.

$$\text{رابطه (۱)} \quad HI(\%) = \left(\frac{Sy}{By} \right) \times 100$$

که در این رابطه، HI: شاخص برداشت، Sy: عملکرد دانه و By: عملکرد بیولوژیک می‌باشد.

جهت استحصال اسانس، مقدار ۳۰ گرم بذر از هر تیمار پس از آسیاب شدن، با دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب به مدت ۴ ساعت اسانس‌گیری شد (Guenther, 1961). سپس اسانس توسط سولفات سدیم رطوبت‌زدایی گردید و درصد اسانس بر حسب میلی‌لیتر در صد گرم بذر محاسبه شد. عملکرد اسانس، بر اساس حاصلضرب درصد اسانس در عملکرد دانه محاسبه گردید. داده‌های حاصل از آزمایش بر اساس طرح آماری مورد استفاده، توسط نرم افزار SAS (نسخه ۹/۴) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. مقایسه میانگین‌های برهمکنش تیمارها به صورت برش‌دهی انجام شد.

یافته های پژوهش

تعداد بوته سبز شده در مترمربع

تیمار مدت زمان خیساندن بذر و برهمکنش تیمارهای روش کاشت و زمان خیساندن، در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری بر تعداد بوته سبز شده زیره سبز داشتند، ولی این صفت تحت تاثیر روش کاشت قرار نگرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش روش کاشت و زمان خیساندن بذر تایید نمود که به‌طور کلی کمترین (۳۳ بوته در مترمربع) و بیشترین (۷۷ بوته در مترمربع) میزان بذر سبز شده در روش کاشت به صورت عدم تسطیح زمین و به ترتیب در ۴۸ و ۱۲ ساعت خیساندن بذر مشاهده شد (جدول ۳). در هر دو روش کاشت، تیمار خیساندن بذر در همه زمان‌ها به‌استثنای ۴۸ ساعت خیساندن بذر منجر به بهبود جوانه‌زنی نسبت به تیمار عدم خیساندن بذر شد. بدین معنی که خیساندن بذر به مدت ۴۸ ساعت نه تنها تاثیر مثبتی بر جوانه‌زنی و سبز شدن زیره سبز نداشت، بلکه آن را نسبت به تیمار عدم خیساندن کاهش نیز داد (جدول ۳). خیساندن بذر به مدت ۱۲ ساعت قبل از کاشت و در هر دو روش کاشت بیشترین درصد سبز شدن بوته را شامل شد، به‌طوریکه این شاخص

را نسبت به تیمار عدم خیساندن، در هر دو روش کاشت به صورت تسطیح و عدم تسطیح، به ترتیب حدود ۵۲ و ۸۸ درصد افزایش داد (جدول ۳). تعداد بوته‌های سبز شده در تیمارهای ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت خیساندن بذر در روش عدم تسطیح زمین به طور معنی‌داری بیشتر از روش کاشت به صورت تسطیح بود، در صورتی که در شرایط عدم خیساندن بذر و خیساندن به مدت ۴۸ ساعت، کاشت به روش تسطیح نسبت به روش عدم تسطیح زمین برتری معنی‌داری داشت (جدول ۳).

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در زیره سبز تحت تاثیر روش کاشت و زمان خیساندن بذر

میانگین مربعات										
منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی	تعداد بوته سبز شده	ارتفاع بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۲	ns۴/۱۵	ns۳/۴۲	ns۴/۷۵	ns۱۷/۸۸	ns۰/۰۷۲	ns۱۸/۷۱	ns۰/۷۹۸	ns۰/۰۱۰	ns۰/۰۰۳
روش کاشت (A)	۱	ns۰/۳۰۰	**۱۸۲/۷	**۱۲۴/۹	**۶۵۱۰۷	**۱۲۹۸/۵	**۱۱۷۷۴	**۸۴/۶۶	**۱/۲۷	**۱/۶۳
خطای اصلی	۲	۳۴/۰۲	۱/۱۲	۳/۱۵	۳۱۲۷/۲	۱۶/۶۸	۷/۵۹	۷/۸۱	۰/۰۳۳	۰/۰۳۰
زمان خیساندن (B)	۴	**۱۳۳۵/۳	**۲۵/۴۷	*۶۱/۷۱	*۸۹۶۹/۵	**۸۱۶/۳	**۴۴۵۱/۴	*۵۳/۰۷	*۰/۱۲۲	**۰/۲۸۶
A×B	۴	**۱۰۵/۳	*۹/۵۲	*۴۲/۷۲	*۶۲۶۵/۵	**۲۰۲	*۷۸۷/۴	*۲۶/۷۹	*۰/۱۱۷	**۰/۱۴۱
خطای فرعی	۱۶	۲۳/۸۰	۰/۸۷۳	۶/۰۱	۶۴۲/۶	۷/۷۹	۵۳/۸۵	۳/۷۵	۰/۰۳۷	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸/۶۹	۶/۴۷	۱۱/۰۷	۱۰/۰۴	۷/۲۵	۷/۳۳	۶/۸۸	۹/۰۴	۹/۸۹

ns، *، ** و ***: به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار. (منبع: یافته‌های تحقیق)

جدول ۳. مقایسه میانگین برهمکنش تیمارهای روش کاشت در زمان خیساندن بر صفات مورد بررسی در زیره سبز

روش کاشت	زمان خیساندن (ساعت)	تعداد بوته سبز شده (بوته در متر مربع)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد اسانس (میلی لیتر در مترمربع)
تسطیح زمین	عدم خیساندن	c۴۸	b۲۴/۳۶	b۲۰/۳۰	b۲۹۲	c۷۷/۱۷	a۴۵/۴۵	c۰/۶۹۸
	۶	b۵۹	bc۲۳/۶۶	bc۱۹/۳۲	bc۲۷۸	b۹۶/۴۳	b۴۲/۵۵	b۰/۷۶۳
	۱۲	a۷۳	c۲۲/۵۸	c۱۸/۷۳	c۲۷۰	a۱۱۸/۶	b۴۱/۴۹	a۰/۸۸۶
	۲۴	b۵۷	b۲۴/۱۳	bc۱۹/۹۷	b۲۸۷	b۹۷/۵۳	b۴۲/۰۲	b۰/۷۸۷
عدم تسطیح زمین	عدم خیساندن	d۴۳	a۲۷/۴۳	a۲۲/۳۶	a۳۲۲	c۸۰/۳۰	ab۴۳/۱۰	b۰/۷۴۱
	۶	d۴۱	b۳۰/۲۳	b۲۵/۳۲	b۳۸۷	d۱۰۷/۲	b۳۷/۰۴	c۰/۹۶۹
	۱۲	b۶۹	c۲۷/۳۶	c۲۲/۳۹	d۳۴۲	b۱۴۸/۳	a۳۹/۸۴	b۱/۳۲
	۲۴	a۷۷	c۲۷/۹۲	bc۲۳/۸۹	a۴۰۸	a۱۸۸/۷	a۴۱/۶۷	a۱/۸۳
عدم تسطیح زمین	۴۸	c۶۱	bc۲۸/۱۵	c۲۲/۱۹	c۳۵۹	c۱۳۴/۳	a۴۰/۸۲	b۱/۱۹
	۴۸	e۳۳	a۳۳/۱۸	a۲۷/۳۰	a۴۱۸	e۸۹/۵۹	ab۳۸/۴۶	c۰/۸۹۶

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، بر اساس آزمون دانکن، می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس برش‌دهی انجام شده است. (منبع: یافته‌های تحقیق)

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته به طور معنی داری تحت تاثیر روش کاشت ($p \leq 0.01$)، مدت زمان خیساندن بذر ($p \leq 0.01$) و برهمکنش این دو تیمار ($p \leq 0.05$) قرار گرفت (جدول ۲). در بررسی برهمکنش در هر دو روش کاشت، تیمارهای خیساندن بذر به مدت ۴۸ ساعت و پس از آن عدم خیساندن بذر، بیشترین ارتفاع بوته را دارا بودند (جدول ۳). کمترین ارتفاع بوته نیز در تیمار ۶ و ۱۲ ساعت خیساندن بذر برای هر دو روش کاشت به دست آمد. به طور کلی، خیساندن بذر به مدت ۴۸ ساعت در روش عدم تسطیح زمین بالاترین ارتفاع بوته ($33/18$ سانتی متر) را در بین تیمارهای مورد بررسی دارا بود (جدول ۳). ارتفاع بوته در کلیه تیمارهای خیساندن بذر برای روش عدم تسطیح زمین به طور معنی داری بیشتر از شخم به روش تسطیح بود. در بین تیمارهای مورد بررسی، کمترین ارتفاع بوته ($22/5$ سانتی متر) مربوط به تیمار خیساندن بذر به مدت ۱۲ ساعت در روش کاشت به صورت تسطیح بود (جدول ۳).

تعداد چتر در بوته

تیمارهای روش کاشت در سطح احتمال یک درصد و زمان خیساندن و برهمکنش روش کاشت و زمان خیساندن در سطح احتمال پنج درصد تاثیر معنی داری بر تعداد چتر در بوته زیره سبز داشتند (جدول ۲). میانگین تعداد چتر در بوته زیره سبز در کلیه سطوح خیساندن بذر برای روش عدم تسطیح زمین به طور معنی داری بیشتر از شخم به صورت تسطیح بود (جدول ۳). خیساندن بذر به مدت ۴۸ ساعت و پس از آن تیمار عدم خیساندن بذر در هر دو روش کاشت، بالاترین تعداد چتر در بوته را دارا بودند. در هیچ کدام از روش های کاشت، اختلاف معنی داری از نظر این صفت بین تیمارهای ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت خیساندن بذر مشاهده نشد.

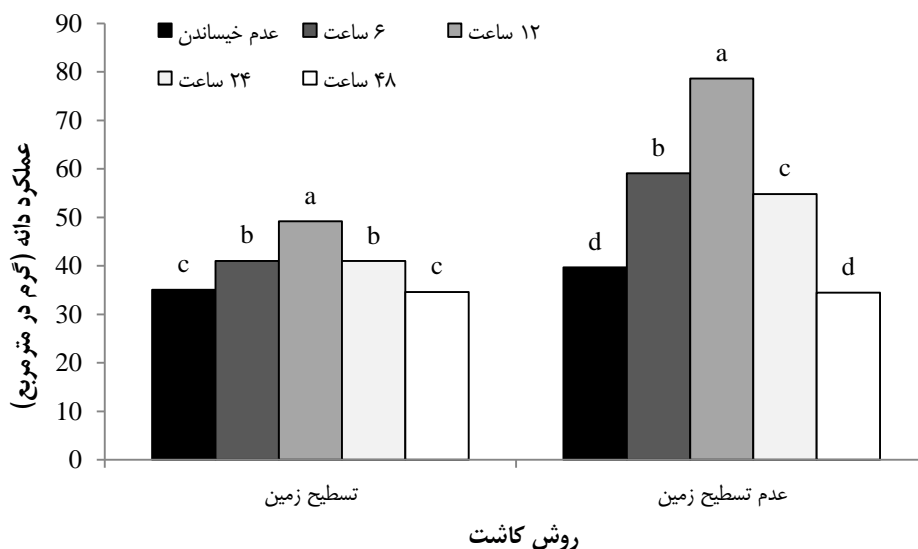
تعداد دانه در بوته

تعداد دانه در بوته به طور معنی داری تحت تاثیر روش کاشت، زمان خیساندن و برهمکنش این دو عامل قرار گرفت (جدول ۲). بررسی برهمکنش داده ها نشان داد که در کلیه تیمارهای خیساندن بذر، روش عدم تسطیح زمین به طور معنی داری باعث بهبود تعداد دانه در بوته ی زیره سبز شد. به طوریکه، در کاشت با روش عدم تسطیح زمین میزان این صفت در تیمارهای عدم خیساندن، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت خیساندن به ترتیب حدود ۳۲، ۳۳، ۵۱، ۲۵ و ۲۹ درصد بیشتر از کاشت به روش تسطیح بود (جدول ۳). در شرایط شخم با گاوآهن، خیساندن به مدت ۱۲ و ۴۸ ساعت بدون اختلاف معنی دار باهم بیشترین (به ترتیب ۴۰۸ و ۴۱۷ عدد) تعداد دانه در بوته را دارا بودند. در شخم به صورت تسطیح نیز تیمار خیساندن به مدت ۴۸ ساعت با ۳۲۲ بذر در بوته، بیشترین میزان این شاخص را شامل شد. کمترین تعداد دانه در بوته برای روش عدم تسطیح زمین در ۶ ساعت خیساندن بذر و برای شخم به روش تسطیح در ۱۲ ساعت خیساندن بذر مشاهده شد.

عملکرد دانه

این شاخص تحت تاثیر روش کاشت ($p \leq 0.01$)، مدت زمان خیساندن بذر ($p \leq 0.01$) و برهمکنش آن ها ($p \leq 0.01$) قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش داده ها نشان داد که در هر دو روش کاشت، با افزایش زمان خیساندن از صفر به ۱۲ ساعت، میزان عملکرد دانه زیره سبز به طور معنی داری افزایش یافت. به طوریکه، بیشترین عملکرد دانه در سیستم عدم تسطیح زمین ($49/22$ گرم در مترمربع) و به روش تسطیح ($78/64$ گرم در مترمربع) در تیمار خیساندن به مدت ۱۲ ساعت مشاهده شد (شکل ۲). با افزایش زمان خیساندن بذر از ۱۲ ساعت به ۲۴ و ۴۸ ساعت مجدداً عملکرد دانه زیره سبز کاهش یافت و در ۴۸ ساعت خیساندن حتی کمتر از عدم خیساندن بذر بود. این موضوع نشان می دهد که خیساندن بذر زیره به مدت ۱۲ ساعت بهترین تیمار بوده و افزایش زمان خیساندن بذر بیش از ۱۲ ساعت سودمند نمی باشد. در تمام تیمارهای خیساندن

بذر، عملکرد دانه در کاشت به‌روش عدم تسطیح زمین به‌طور معنی‌داری بیشتر از شخم به‌صورت تسطیح بود. به‌عنوان نمونه، عملکرد دانه در زمان خیساندن بذر به‌مدت ۱۲ ساعت که بیشترین میزان را در هر دو روش کاشت دارا بود، در کاشت با روش عدم تسطیح زمین حدود ۵۹ درصد بیشتر از کاشت به‌روش تسطیح بود. این اعداد، برتری بستر کاشت غیر مسطح را نسبت به کاشت به‌صورت تسطیح نشان می‌دهد (شکل ۲).



شکل ۲. برهمکنش روش کاشت و خیساندن بذر بر عملکرد دانه زیره سبز. (منبع: یافته‌های تحقیق)

عملکرد بیولوژیک

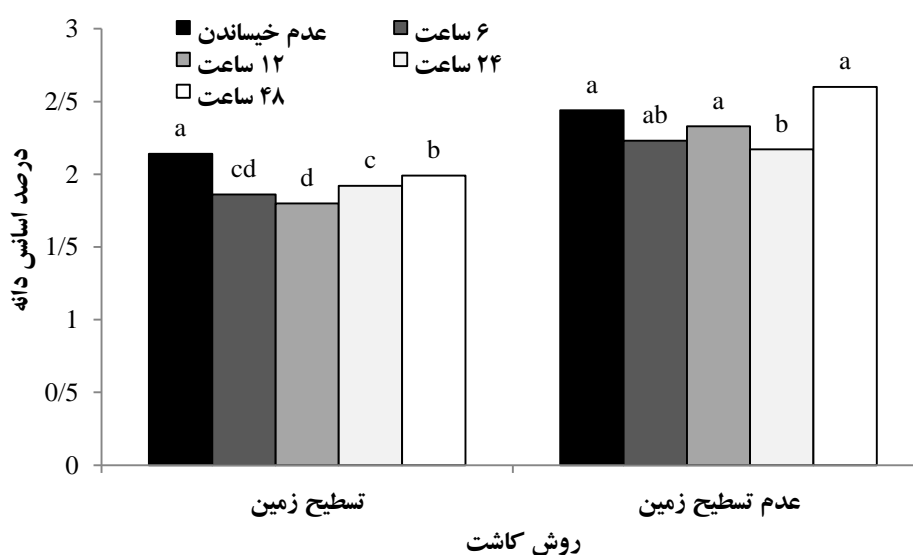
تیمارهای روش کاشت و خیساندن بذر و همچنین برهمکنش این دو تیمار در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک زیره سبز داشتند (جدول ۲). برهمکنش داده‌ها نشان داد که به‌طور کلی در همه تیمارهای خیساندن بذر میزان عملکرد بیولوژیک در روش عدم تسطیح زمین به‌طور معنی‌داری بیشتر از شخم به‌صورت تسطیح بود (جدول ۳). در بین کلیه تیمارهای مورد بررسی، خیساندن بذر به‌مدت ۱۲ ساعت در شرایط کاشت به‌روش عدم تسطیح زمین بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک (۱۸۸/۷ گرم در مترمربع) را دارا بود که نسبت به عدم خیساندن بذر در کاشت به‌صورت تسطیح و عدم تسطیح، به‌ترتیب حدود ۱۴۴ و ۷۶ درصد عملکرد بیولوژیک بیشتری تولید نمود. کمترین میزان عملکرد بیولوژیک در شرایط کاشت به‌روش تسطیح برای تیمار عدم خیساندن بذر (۷۷/۱۷ گرم در مترمربع) و در شرایط کاشت به‌روش عدم تسطیح زمین در تیمار ۴۸ ساعت خیساندن بذر (۸۹/۵۹ گرم در مترمربع) حاصل شد. در هر دو روش کاشت، با افزایش زمان خیساندن تا ۱۲ ساعت عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و پس از آن مجدداً کاهش معنی‌دار عملکرد مشاهده شد (جدول ۳).

شاخص برداشت

شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر اثرات ساده و متقابل تیمارهای مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۲). دامنه شاخص برداشت بین ۴۵/۴۵ درصد تا ۳۷/۰۴ درصد متغیر بود که بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار عدم خیساندن بذر در شرایط کاشت به‌صورت تسطیح و کمترین آن نیز مربوط به تیمار عدم خیساندن بذر در شرایط شخم با گاوآهن بود (جدول ۳). در شرایط کاشت به‌روش عدم تسطیح زمین، تیمار ۱۲ ساعت خیساندن بذر بالاترین میزان شاخص برداشت (۴۱/۶۷ درصد) را دارا بود.

درصد اسانس

درصد اسانس به طور معنی داری تحت تاثیر روش کاشت ($p \leq 0.01$)، مدت زمان خیساندن بذر ($p \leq 0.05$) و برهمکنش این دو فاکتور ($p \leq 0.05$) قرار گرفت (جدول ۲). در شرایط کاشت به صورت تسطیح، تیمار عدم خیساندن بذر بالاترین (۲/۱۴ درصد) درصد اسانس بذر را دارا بود که میزان این شاخص در این تیمار به طور معنی داری بیشتر از دیگر تیمارهای خیساندن بذر بود (شکل ۳). در شرایط کاشت به روش عدم تسطیح زمین، خیساندن بذر به مدت ۴۸ ساعت بالاترین درصد اسانس (۲/۶۰ درصد) را دارا بود. اختلاف معنی داری بین این تیمار با تیمارهای عدم خیساندن (با میزان اسانس ۲/۴۴ درصد)، خیساندن به مدت ۱۲ ساعت (با میزان اسانس ۲/۴۳ درصد) و ۶ ساعت (با میزان اسانس ۲/۲۳ درصد) مشاهده نشد. کمترین درصد اسانس در این نوع روش کاشت نیز مربوط به تیمار خیساندن بذر به مدت ۲۴ ساعت (۲/۱۷ درصد) بود که اختلاف معنی داری با دیگر تیمارها داشت (شکل ۳).



شکل ۳. برهمکنش روش کاشت و خیساندن بذر بر درصد اسانس دانه زیره سبز. (منبع: یافته های تحقیق)

عملکرد اسانس

تاثیر روش کاشت، زمان خیساندن و برهمکنش روش کاشت و زمان خیساندن بر عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). در تمام تیمارهای خیساندن بذر، میزان عملکرد اسانس در روش کاشت به صورت عدم تسطیح به طور قابل توجه و معنی داری بیشتر از کاشت به صورت تسطیح بود (جدول ۳). خیساندن بذر به مدت ۱۲ ساعت در کاشت به روش عدم تسطیح زمین با اختلاف معنی داری نسبت به دیگر تیمارها بیشترین عملکرد اسانس (۱/۸۳ میلی لیتر در مترمربع) را دارا بود. در هر دو روش کاشت، خیساندن بذر منجر به بهبود عملکرد اسانس شد و خیساندن بذر به مدت ۱۲ ساعت در هر دو روش کاشت، بهترین نتیجه را نشان داد (به ترتیب ۰/۸۸۳ و ۱/۸۳ میلی لیتر اسانس در مترمربع در کاشت به روش تسطیح و عدم تسطیح). به طوریکه، میزان عملکرد اسانس در تیمار ۱۲ ساعت خیساندن بذر در کاشت به صورت تسطیح و عدم تسطیح به ترتیب حدود ۲۷ و ۸۹ درصد عملکرد اسانس را نسبت به تیمار عدم خیساندن بذر داد. ۴۸ ساعت خیساندن بذر در روش کاشت به صورت عدم تسطیح زمین نه تنها تاثیر مثبتی بر عملکرد اسانس نسبت به تیمار عدم خیساندن نداشت بلکه منجر به کاهش حدود ۸ درصدی آن نیز شد.

همبستگی بین صفات

رابطه منفی و معنی‌داری بین درصد بوته‌های سبز شده با ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته و درصد اسانس زیره سبز مشاهده شد. به عبارت دیگر، با افزایش تراکم بوته در واحد سطح میزان ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته و درصد اسانس کاهش یافت. اما افزایش تعداد بوته سبز شده در واحد سطح منجر به افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس زیره سبز شد (جدول ۴). بین ارتفاع بوته با تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس رابطه مستقیم و معنی‌داری برقرار بود. تعداد بوته سبز شده، تعداد بذر در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس رابطه مستقیم و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. به استثنای درصد بوته سبز شده و شاخص برداشت بقیه صفات مورد بررسی رابطه مثبتی با درصد اسانس دارا بودند. از بین شاخص‌های تاثیرگذار بر عملکرد اسانس زیره سبز، میزان عملکرد دانه بالاترین میزان ضریب تبیین (۰/۹۱۲) را با عملکرد اسانس دارا بود. از طرف دیگر، رابطه بین عملکرد دانه و درصد اسانس ($r=0.062$) بسیار ضعیف بود. همچنین، عملکرد اسانس بیشتر تحت تاثیر عملکرد دانه ($r=0.912$) قرار گرفت تا درصد اسانس ($r=0.328$).

جدول ۴. ضریب همبستگی پیرسون بین صفات مورد بررسی در زیره سبز

	عملکرد اسانس (۹)	درصد اسانس (۸)	شاخص برداشت (۷)	عملکرد بیولوژیک (۶)	عملکرد دانه (۵)	تعداد دانه در بوته (۴)	تعداد چتر در بوته (۳)	ارتفاع بوته (۲)	تعداد بوته سبز شده (۱)
1									1.00
2								1.00	-0.517**
3							1.00	0.731**	-0.382*
4					1.00		0.606**	0.818**	-0.228ns
5				1.00		0.753*	0.047ns	-0.023ns	0.778**
6				1.00	0.962**	0.373*	0.097ns	0.095*	0.706**
7			1.00	-0.165ns	-0.082ns	-0.378*	-0.383*	-0.530**	0.190ns
8		1.00	-0.432*	0.190ns	0.062ns	0.7826**	0.577**	0.815**	-0.335*
9	1.00	0.328*	-0.174ns	0.909**	0.912**	0.444*	0.293ns	0.262ns	0.571**

حروف مشترک در هر ستون به نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، بر اساس آزمون دانکن، می‌باشد. (منبع: یافته‌های تحقیق)

بحث

خیساندن بذر بخصوص به مدت ۱۲ ساعت قبل از کاشت، تاثیر بسزایی در جوانه‌زنی و سبز شدن بوته‌های زیره سبز داشت. البته با خیساندن بذر به مدت ۶ و ۲۴ ساعت نیز افزایش قابل توجهی در تعداد بذور سبز شده در هر دو روش کاشت مشاهده شد. تایید شده است که خیس کردن بذر در آب، برخی از فرآیندهای بیوشیمیایی لازم برای آغاز جوانه‌زنی از قبیل شکستن خواب بذر، هیدرولیز و یا متابولیسم مواد بازدارنده، جذب آب و فعالیت آنزیمی را القاء می‌کند (Asgedom & Becker, 2011). از آنجاکه برخی یا تمام این فرآیندها جوانه‌زنی را تسریع می‌کنند، بذره‌های پیش‌ تیمار شده با آب می‌توانند زودتر آب جذب کرده و متابولیسم خود را سریع‌تر آغاز نمایند (Rowse, 1996). این موضوع منجر به جوانه‌زنی بیشتر و کاهش غیریکنواختی فیزیولوژیکی طبیعی و ذاتی جوانه‌زنی (Abdul Rahmani *et al.*, 2009) و در نهایت بهبود استقرار پوشش گیاهی و افزایش عملکرد می‌شود (Ros *et al.*, 2000). در گزارشی (Kalhor Monfared *et al.*, 2023) نشان دادند که هیدروپرایمینگ بذر گیاه زیره سبز از طریق کاهش در محتوای پرولین و فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و از طرف دیگر افزایش فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و کاتالاز باعث بهبود جوانه‌زنی بذر این گیاه در شرایط تنش خشکی شد. همچنین، خیساندن بذر زیره سبز به مدت ۲۴ ساعت منجر به بهبود تمام خصوصیات جوانه‌زنی زیره سبز شد (Tabatabaei & Shaker, 2014). خیساندن بذر گیاه کما قبل از کاشت منجر به شسته شدن و حذف مواد بازدارنده جوانه‌زنی از پوسته یا رویان بذر شده است (Amo Aghayee,

2005). نتایج Biddington *et al.* (1982) نشان داد که مهمترین ماده بازدارنده در داخل بذر، همان آبسزیک اسید است که با خیساندن یا شستشو تا حدودی کاهش می‌یابد. از طرفی استنباط شده است که افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور با خیساندن تا زمانی که بذر به مرحله اشباع آبی برسد مفید است و از آن زمان به بعد خفتگی و مکانیسم‌های منفی شروع می‌شوند (Torabi & Rabiei, 2012). به نظر می‌رسد در آزمایش حاضر، مرحله اشباع آبی در ۱۲ ساعت خیساندن اتفاق افتاده است. Jabbari *et al.* (2011) نیز تایید نمودند که با افزایش زمان خیساندن بذر زیره سبز، درصد جوانه‌زنی بذر این گیاه کاهش معنی‌داری یافت، بطوریکه درصد جوانه‌زنی بذر زیره سبز در تیمارهای خیساندن بذر به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۸۹/۳۳ و ۸۲/۶۶ درصد بود. از عوامل مهم در انجام عملیات پیش‌تیمار بذری مدت زمان خیساندن بذر در محلول می‌باشد (Adhikari *et al.*, 2021). مدت زمان مناسب برای خیساندن بذور براساس نوع ماده اسمزی، پتانسیل اسمزی محلول، دما و نوع گونه گیاهی متفاوت می‌باشد. (Jabbari *et al.*, 2011) دلیل کاهش اکثر صفات جوانه‌زنی و فیزیولوژیک زیره سبز با افزایش زمان خیساندن بذر را آسیب دیدن بافت و پوشش بذر عنوان کردند. در تحقیقی که روی گیاه همیشه بهار انجام شد، تایید شد که افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ بذر بیش از ۲۴ ساعت صفات سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، شاخص جوانه‌زنی، وزن تر ساقه‌چه و وزن تر ریشه‌چه را کاهش داد که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد. مطالعه (Penalosa *et al.*, 2003) نیز اثر منفی افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ را روی کاهش درصد جوانه‌زنی بذر گوجه فرنگی تایید کرد. ایشان اظهار داشتند که نشت مواد متابولیکی از بذر سبب گسترش فعالیت میکروارگانیزم‌ها و قارچ‌ها می‌شود که پیری زودرس بذر را موجب می‌شود.

خیساندن بذر گندم رقم سرداری به مدت ۱۲ ساعت قبل از کاشت، توان جوانه‌زنی، سرعت رشد و در نهایت عملکرد دانه گیاه را افزایش داد و دیگر زمان‌های خیساندن اختلاف معنی‌داری با تیمار عدم خیساندن نشان ندادند (Ruhi *et al.*, 2005). همچنین، (Torabi & Rabiei, 2012) نشان دادند که با افزایش دوره پیش‌خیساندن بذور کلزا تا یک دوره مشخصی، درصد جوانه‌زنی برای بذور این گیاه افزایش و بعد کاهش یافت. (Kibite & Harker, 2001) نیز دریافتند که اگر بذرهای پرایمینگ شده گندم، جو و یولاف در شرایط و خاک‌های با رطوبت کافی کشت شوند، پرایمینگ بذر بر تعداد یا یکنواختی سبز شدن گیاهچه‌ها تاثیر قابل توجهی ندارد، اما در خاک‌های دچار کمبود رطوبت و تنش خشکی، پرایمینگ بذر می‌تواند سبز شدن گیاهچه‌ها را تسریع کرده و باعث یکنواختی سبز شدن گیاهچه‌ها و بهبود عملکرد دانه شود.

در تیمارهای خیساندن بذر، در روش کاشت بدون تسطیح، تعداد بوته‌های سبز شده زیره سبز به‌طور معنی‌داری بیشتر از کاشت به‌روش تسطیح زمین بود، اما در زمان عدم خیساندن بذر، بوته‌های سبز شده در روش تسطیح بیشتر از روش عدم تسطیح زمین بود. به نظر می‌رسد که در زمان عدم خیساندن بذر، زمانی که کاشت به‌روش تسطیح زمین انجام می‌شود و بذر با استفاده از کولتیواتور و ماله در زیر خاک قرار می‌گیرد شرایط برای تامین نیاز جوانه‌زنی و رشد آن مناسب‌تر از زمانی است که زمین فقط گاواهن زده شده و تسطیحی صورت نمی‌گیرد. از طرف دیگر، به نظر می‌رسد زمانی که بذر خیسانده شده و جذب آب توسط آن صورت گرفته است، با قرارگیری در شیارهای خاک قابلیت جوانه‌زنی داشته و توانسته است از میزان جوانه‌زنی قابل قبولی برخوردار باشد. اگرچه محیط کاشت بذر دارای ویژگی‌های شیمیائی، بیولوژیکی و فیزیکی متفاوتی است، ولی هدف اصلی در تهیه بستر بذر دستیابی به کنترل کافی بر ویژگی‌های فیزیکی محیط بذر می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که خواص فیزیکی خاک عامل تعیین کننده اصلی رشد گیاهچه تا زمان سر بر آوردن از خاک (سبز شدن) می‌باشد (Noor Mohammadi & Zeraiyan, 2003). وضعیت شیمیایی و بیولوژیکی مانند مواد غذایی و حاصلخیزی بستر بذر از اهمیت ثانویه برخوردار می‌باشد.

به نظر می‌رسد در روش کاشت زیره سبز به‌روش عدم تسطیح چند نکته می‌تواند حائز اهمیت باشد و نسبت به کشت تسطیح شده برتری ایجاد کند. نکته اول اینکه زمانی که زمین بعد از گاواهن تسطیح نمی‌شود و بذرها در شیارهای ایجاد شده قرار می‌گیرند، عدم یکنواختی سطح خاک، به‌ویژه زمانی که جهت شخم کاشت شرقی-غربی باشد، در طول فصل رشد زیره سبز

سایه‌اندازی ایجاد نموده و حفظ رطوبت خاک را بهبود می‌بخشد. به عبارت دیگر، به نظر می‌رسد ناهمواری ایجاد شده در روش کاشت به صورت عدم تسطیح خاک میکروکلیمایی بوجود می‌آورد که از تبخیر رطوبت خاک جلوگیری می‌کند. همچنین، این اقلیم‌های کوچک می‌تواند از تبخیر و تعرق آب از گیاهچه‌های جوان هم جلوگیری نماید. از طرف دیگر، برای کشت دیم زیره سبز، در زمان بارندگی بخصوص بارندگی‌های با شدت و حجم بیشتر، آب در چاله‌ها و شیارهای ایجاد شده گیر افتاده و با کاهش رواناب سطحی، شرایط حفظ و تامین رطوبت برای رشد گیاه مناسب‌تر می‌باشد. این موارد در نهایت منجر به عملکرد دانه بالاتر زیره سبز در کشت به صورت عدم تسطیح نسبت به کشت به صورت تسطیح شده است.

نتیجه‌گیری

پیش‌خیساندن بذر زیره سبز در کشت دیم اهمیت زیادی داشته و ۱۲ ساعت خیساندن آن تاثیر بسیار زیادی در سبز شدن و رشد و عملکرد گیاه داشت. نکته مهم دیگر اینکه، خیساندن بیشتر از ۱۲ ساعت بذر زیره سبز تاثیر مثبتی ندارد و با افزایش زمان خیساندن درصد سبز شدن بوته‌ها کاهش قابل توجهی نشان داد. از طرف دیگر، در کشت دیم که نیاز است گیاه از بارندگی در طول فصل رشد استفاده بهینه را ببرد، اگر زمین مورد کشت زیره سبز به صورت ناهموار و دارای شیارهایی باشد و به عبارتی بعد از انجام گاوآهن کشت انجام شود، می‌تواند تاثیر مثبت و بسزایی در تولید بذر زیره سبز داشته باشد. این روش کاشت از طرفی سایه‌اندازی بر محیط بوته در حال رشد را زیاد کرده و از این طریق منجر به کاهش تبخیر از خاک می‌شود و از طرف دیگر با جلوگیری از رواناب و هدررفت آب، میزان رطوبت خاک را بهبود بخشیده و به رشد گیاه کمک می‌کند. بنابراین، این روش برای کشت دیم زیره سبز پیشنهاد می‌شود.

منابع

- باختری، سارا؛ خواجه‌بوی نژاد، غلامرضا؛ محمدی نژاد، قاسم و مرادی، روح اله. (۱۳۹۵). بررسی اثر قطع آبیاری در مرحله گلدهی و محلولپاشی اسپرمیدین بر برخی خصوصیات کمی و کیفی اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز. علوم باغبانی، (۳۰): ۳۰۳-۳۱۵
- ترابی؛ بنیامین و ربیعی؛ اکرم. (۲۰ اسفند ۱۳۹۱). اثر پیش‌خیساندن بذر بر روی برخی خصوصیات جوانه‌زنی کلزا. اولین کنفرانس ملی راه کارهای دستیابی به توسعه پایدار. دانشگاه تهران.
- توشیح، وفا؛ سدري محمد حسين؛ کوهسار بستانی، محمد و اصغرزاده، احمد (۱۳۸۸). بررسی تاثیر خیساندن بذر نخود با عناصر روی، بور و پتاسیم بر عملکرد و میزان پروتئین دانه. یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- جباری، رضا؛ امینی دهقی، مجید؛ گنجی ارجنکی، فاطمه و آگاهی، کیوان (۱۳۹۹). تأثیر مدت و روش‌های پرایمینگ بر جوانه‌زنی زیره سبز. دانش زراعت، ۴، ۳۰-۲۳.
- روحی، ابراهیم؛ خالدیان، محمد شریف؛ شمس، گیتی و حسینی، مهر انگیز (۱۳۸۴). اثر خیساندن قبل از کاشت بذور ارقام گندم دیم در محلولها و زمانهای مختلف بر روی عملکرد و اجزای آن. طرح پژوهشی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- سعیدنژاد، امیر حسین و رضوانی‌مقدم، پرویز (۱۳۸۹). ارزیابی اثر مصرف کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز (Cuminum cyminum). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۴ (۲): ۱۴۸ - ۱۴۲.
- صادقی، بهنام. (۱۳۹۰). اثر مقادیر ازت و آبیاری در تولید زیره سبز. سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، خراسان.
- طباطبایی، سید علی و شاکر، احسان. (۱۳۹۳). اثر پرایمینگ بذر بر ویژگی‌های جوانه‌زنی زیره سبز تحت شرایط تنش خشکی و شوری. خشکیوم، (۴)، ۷۳-۶۶.
- ظریف نشاط، سعید (۱۳۸۳). تأثیر روش‌های مختلف کشت در شرایط هیرم و خشکه کاری بر عملکرد زیره سبز. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، (۱۱)، ۵-۱۳.
- عبدالرحمنی، بهمن؛ قاسمی گلعدانی، کاظم؛ ولی زاده، مصطفی؛ فیضی اصل، ولی و توکلی، علیرضا (۱۳۸۸). اثر پرایمینگ بذر بر قدرت

- رویش و عملکرد دانه جو رقم آیدر در شرایط دیم، مجله علوم زراعی ایران، (۱۱)، ۳۳۷-۳۵۲.
- علی زاده، امین؛ طاووسی، مجتبی و اینانلو، محمد (۱۳۸۰). تاثیر آبیاری و سازگاری زیره با وضعیت اقلیمی مشهد. تحقیقات جغرافیایی، ۲۴ (۲)، ۱۴۸ - ۱۴۲.
- عموآقایی، رضا (۱۳۸۴). تأثیر خیساندن بذور، مدت زمان و دمای پیش سرمای مرطوب بر شکست خواب بذر کما (*Ferula ovina*) (Boiss). مجله زیست شناسی ایران. (۱۸)، ۳۵۹-۳۵۰.
- کلهر منفرد، روما؛ پاک‌نژاد، فرزاد و ایلکایی، محمد نبی (۱۴۰۲). اثر پرایمینگ با مواد ارگانیک بر جوانه‌زنی و فعالیت برخی آنزیم‌های گیاهچه زیره سبز تحت تنش خشکی. علوم و تحقیقات بذر ایران. (۱۰)، ۱-۱۳.
- نورمحمدی، داور و زارعیان، سلیمان (۱۳۸۲). اثر روش‌های مختلف تهیه زمین و کاشت روی سبز شدن گندم آبی. مجله علوم کشاورزی ایران. (۳۴)، ۳۳۲-۳۲۱.

REFERENCES

- Abdul Rahmani, B., Ghasemi Golazani, K. W., AliZadeh, M., Faizi Asl, V. & Tawakli, A. (2009). Effects of seed priming on seed vigor and grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L. cv. Abidar) in rainfed conditions *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 11, 337-352. (In Persian).
- Adhikari, B., Dhital, P.R., Ranabhat, S. & Poudel, H. (2021). Effect of seed hydro-priming durations on germination and seedling growth of bitter melon (*Momordica charantia*). *PLoS One*. 8, 16-23
- AliZadeh, A, Tavoosi, M. & Inanlu, M. (2001). The effect of irrigation and compatibility of cumin with the climatic condition of Mashhad. *Geographical Research*, 16-17, 80-92. (In Persian).
- Amo Aghaee, R., (200۶). The effect of soaking, temperature and duration of pre-chilling on seed dormancy breaking of *Ferula ovina*. *Iranian Journal of Biology*, 18, 359-350. (In Persian).
- Asgedom, H. & Becker, M. (2011). *Effects of seed priming and different nutrient solutions on germination, seedling growth and weed competitiveness of cereals in Eritrea*, In Proc. Deutscher Tropentag, University of Bonn and ATSAF, Margraf Publishers Press, Weickersheim, pp. 282.
- Bakhtari, S., Khajui Nejad, Gh. Mohammadi Nejad, G. & Moradi, R. (2016). Effect of irrigation cutoff on flowering Stage and foliar application of spermidine on some quantitative and qualitative characteristics of various ecotypes of cumin. *Horticultural Science*, 30 (2), 303-315. (In Persian).
- Biddington, N. L., Brouckle hourst, D. A. Dtarmun, A. S. & Dearman, J. (1982). The prevention of dehydration injury in celery (*Apium graveolens*) seeds by PEG, ABA, dark and light temperatures. *Physiologia Plantarum*, 55, 407-409
- Demir Kaya, M., Games, O., Atak, M., Cikili, Y & Kolsarici, O. (2006). Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*. 24, 291-295.
- Ding, J., Li, F & Le, T. (2021). Tillage and seeding strategies for wheat optimizing production in harvested rice fields with high soil moisture. *Scientific Reports*, 11, 119.
- Fatima, T., [Beenish](#), N. B. Gani, G. & Qadri, T. (2018). Antioxidant potential and health benefits of cumin. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 6 (2), 232-236.
- Guenther, E., (1961). *The Essential Oils*. D. von No strand Comp. Press, New York.
- Jabbari, R., Amini Dehaghi, M., Ganji Arjenaki, F & Agahi, K. (2020). How duration and methods of priming may affect the germination of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.). *Agricultural Knowledge*, 2(4), 23-30. (In Persian).
- Jisha, K.C., Vijayakumari, K. & Puthur, J.T. (2013). Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(5), 1381-1396.
- Kalhor Monfared, R., Paknejad, F., & Ilkaee, M.N. (2023). Effect of organic pretreatment on seed germination and enzymes activity of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) under drought stress. *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, 10(1), 1-13. (In Persian).
- Kibite, S & Harker, K. N. (2001). Effects of seed hydration on agronomic performance of wheat,

- barley and oats in central Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*, 71, 515- 518.
- Murungu, F. S. (2011). Effects of seed priming and water potential on seed germination and emergence of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in laboratory assays and in the field. *African Journal of Biotechnology*, 10, 4365-4371.
- Noor Mohammadi, D & Zareian, S. (2012). The effect of different methods of land preparation and planting on the germination of water wheat. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 34, 321-332. (In Persian).
- Paparella, S., Araújo, S.S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D & Balestrazzi, A. (2015). Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Reports*, 34(8), 1281-1293.
- Penalosa, A. & Eira, M. (2003). Hydration-dehydration treatment on tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Seed science and technology*, 21, 309-316.
- Rasekh Jahromi, E & Norani Azad, S. (2023). Investigating the market structure and comparative advantage of medicinal plants export in Iran and world selected countries. *Journal of Agricultural Economics Research*.15(1), 56-71. (In Persian).
- Ros, C., Belland, R. W & White, P. F. (2000). Phosphorous seed coating and soaking for improving seedling growth of rice (*Oryza sativa* cv. IR66). *Seed Science and Technology*, 28, 391- 401.
- Rowse, H. R., (1996). Drum priming, A non-osmotic method of priming seeds. *Seed Science and Technology*, 24: 281- 294.
- Ruhi, A., Khaledian, M. S. Shams, G & Hosseini, M. (2005). The effect of presoaking of seeds of rainfed wheat cultivars in different solutions and times on yield and its components. Research Project, the Agricultural Research, Education and Promotion Organization. 21,329-336
- Sadeghi, B., (2011). *The effect of nitrogen and irrigation on the production of cumin*. Iranian Research Organization for Science and Technology. Khorasan. (In Persian).
- Saeed Nezhad, H & Rizvani Moghadam, P. (2011). Investigation the effect of compost, vermicompost cow and sheep manures on yield, yield components and essence percentage of cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal of Horticultural Sciences*, 24 (2), 142-148. (In Persian).
- Semida, W. M., & Rady, M. M. (2014). Presoaking application of propolis and maize grain extracts alleviates salinity stress in common bean. *Scientia Horticulturae*, 168 (26), 210-217.
- Stone, D. A. & Rowse, H. R. (2008). Effects of textural amendment of coarse soils on seedbed water content and seedling emergence. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 31: 759-768.
- Tabatabaei, S & Shaker, E. (2015). Effect of seed priming on germination traits cumin (*Cuminum cyminum*) Under Drought and Salinity Stresses. *Journal of Arid Biome*, 4(2), 66-73. (In Persian).
- Torabi, B. & Rabiei, A. (2012, March 8). *The effect of seed pre-soaking on some characteristics of rapeseed germination*. The 1st national conference on on policies toward sustainable development. Tehran, Iran. (In Persian).
- Toushih, V., Sadri, M. H. Kohsar Bostani, M. & Asghar Zadeh, A. (2009, July 14). *Investigating the effect of soaking chickpea seeds with zinc, boron and potassium elements on yield and seed protein content*. 11th Congress of Soil Sciences of Iran. Gorgan, Iran. (In Persian)
- Zarif Neshat, S. (2004). The effect of different cultivation methods in heat and drought conditions on the yield of cumin. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 11, 5-13. (In Persian).