

## Studying the adaptability of cumin in rainfed and irrigated conditions of Kermanshah province

Sohbat Bahraminejad

Professor, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran.  
(Corresponding Author). sohbah72@hotmail.com

Leila Zarei

Assistant professor, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran.  
zareil@razi.ac.ir

Kianoosh Cheghamirza

Associate professor, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran.  
cheghamirza@yandex.ru

Reza Amiri

Assistant professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran.  
rezaamiri20002007@yahoo.com

Samira Ahmadipuri

Lecturer, Medicinal Plant Department, Jihad-e-Daneshgahi, Kermanshah, Iran.  
ahmadipors@gmail.com

### Abstract:

**Purpose:** A project was laid out to investigate the production status of medicinal plants and their role in diversity in the agricultural ecosystems of Kermanshah province. This study was carried out in rainfed and irrigation conditions in spring and autumn with the aim of identifying the ecotype, cropping season, environment (rainfed and irrigation), and suitable planting date in cold (Kangavar), temperate (Kermanshah) and hot (Sarpole-Zahab) climates of the province.

**Methodology:** Each experiment was performed in the form of a split-plot in a randomized complete block design with three replications. In each experiment, the main and sub-factors included two planting dates 14 days apart and five ecotypes of cumin, respectively.

**Findings:** The autumn and spring cumin in Kangavar and Kermanshah were destroyed due to the cold and poor germination. Cumin in spring cultivation in Sarpole-Zahab did not germinate

well. The effect of environment for studied traits were highly significant in Sarpole-Zahab except plant weight.

Innovation: There is very little information about the yield potential of cumin in different conditions of Kermanshah.

Conclusion: The planting date of 10<sup>th</sup> December was significantly higher than the planting date of 27 November. The highest biological yield and plant height were significantly observed from the planting date 27 November in the irrigation site. The Kerman ecotype had a significant superiority in terms of 1000-seed weight with 3.16 grams .As the year of the experiment was unique, especially for cold, it is suggested to repeat the experiment for 3 years as the year is a random variable.

**Keywords:** autumn, cumin, seed yield, planting date, spring, yield components

## بررسی سازگاری زیره سبز تحت شرایط دیم و آبی در استان کرمانشاه

صحبت بهرامی نژاد

استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

(نویسنده مسئول) sohbah72@hotmail.com

لیلا زارعی

استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

l.zarei@razi.ac.ir

کیانوش چقامیرزا

دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

cheghamirza@yandex.ru

رضا امیری

استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم آباد، ایران.

rezaamiri20002007@yahoo.com

صمیرا احمدی پوری

مربی گروه گیاهان دارویی موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کرمانشاه، کرمانشاه ایران.

ahmadipors@gmail.com

### چکیده

به منظور بررسی وضعیت تولید گیاهان دارویی و اهمیت آن‌ها در تنوع در بوم نظام‌های زراعی استان کرمانشاه، این مطالعه در شرایط دیم و آبی در کشت‌های بهاره و پاییزه با هدف شناسایی اکوتیپ، فصل کشت، نوع کشت (آبی و دیم) و تاریخ کاشت مناسب در اقلیم‌های سرد (کنگاور)، معتدل (کرمانشاه) و گرم (سرپل ذهاب) استان انجام گردید.

روش شناسی: در هر منطقه، آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی و فرعی به ترتیب شامل دو تاریخ کاشت به فاصله ۱۴ روز و پنج اکوتیپ برای زیره سبز بود.

یافته‌ها: کشت پاییزه و بهاره در کنگاور و کرمانشاه بر اثر سرما و جوانه زنی ضعیف از بین رفت. همچنین زیره سبز در کشت بهاره سرپل ذهاب، از جوانه زنی مطلوبی برخوردار نبود. اثر شرایط آبی و دیم در سرپل ذهاب، برای صفات مطالعه شده بجز وزن بوته، معنی‌دار بود.

نوآوری: اطلاعات بسیار کمی در خصوص پتانسیل عملکرد زیره سبز در شرایط مختلف استان کرمانشاه وجود دارد.

نتیجه‌گیری: عملکرد دانه در کاشت ۱۰ آذر به طور معنی‌داری بالاتر از تاریخ ۲۷ آبان بود. بالاترین عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته به صورت معنی‌داری از تاریخ ۲۷ آبان در شرایط آبی بدست آمد. وزن هزاردانه اکوتیپ کرمان با ۳/۱۶ گرم برتری معنی‌داری داشت. با توجه به تصادفی بودن سال و شرایط ویژه از نظر سرما در سال آزمایش، اجرای این آزمایش در قالب طرح سه ساله برای حصول نتیجه‌گیری بهتر توصیه می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** اجزای عملکرد، بهاره، پاییزه، تاریخ کاشت، زیره سبز، عملکرد دانه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه

فصلنامه پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه، دوره ۳، شماره ۱، ص ۵۴-۷۳

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۰۵/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۴

## ۱- مقدمه

زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گیاهی علفی، دیپلوئید ( $2n=14$ ) و یکساله از خانواده چتریان (Apiaceae) به ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر با ساقه باریک، صاف، منشعب و بلند است. اعتقاد بر این است که در ابتدا دانه زیره در ایران و مناطق مدیترانه رشد یافته است (راجپوت و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱). زیره سبز احتمالاً بومی منطقه مدیترانه شرقی و جنوب غربی آسیا است و از دوران باستان در اروپا و مصر کشت می شده است (ملپوری و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳). ایران و ترکیه از تولیدکنندگان پیشرو زیره سبز در جهان هستند (سویهاگیا و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۳). در ایران عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک استان های شرقی، جنوب شرقی و مرکزی کشت می شود (هاشمیان و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳). تولید جهانی زیره در حدود سیصد هزار تن می باشد (راجپوت و همکاران، ۲۰۲۱). و طبق آمار، هند بزرگترین تولیدکننده (۷۰ درصد تولید جهان)، صادرکننده و مصرف کننده دانه زیره در جهان می باشد. سطح زیر کشت زیره در ایران ۴۲۸۴۱ هکتار است که ۲۵/۷ درصد از کل سطح زیر کشت گیاهان دارویی ایران می باشد (پیری و همکاران، ۱۳۹۷)، میزان عملکرد در شرایط دیم و آبی به ترتیب ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر می باشد (صفری و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۵). ایران سهم زیادی از تولید جهانی این محصول را در اختیار دارد، به طوری که رتبه های اول و دوم جهانی را به خود اختصاص داده است (پیرزاد و همکاران، ۱۳۹۶).

دانه های زیره سبز حاوی مقادیر بالایی کاروتن، آهن و ترکیبات ثانوی مهم و دارویی است. دانه های این گیاه دارای ۲ تا ۵ درصد اسانس است که قسمت اعظم آن از پاراسیمول، آلفاپینی، و بتاپینی، کومیک الکل، کومیک آلدئید، آلفا و بتا فلاندرن، اوژنول، پریلا آلدئید، آلفا ترینثول و میرسن تشکیل یافته است (پارتاساراتی و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۰۸). زیره سبز یکی از مهم ترین و اقتصادی ترین گیاهان دارویی است که می تواند در مناطق خشک و نیمه خشک ایران برای الگوهای کشت به ویژه در شرایط کمبود آب حائز اهمیت فراوان باشد (فراوانی و همکاران، ۱۳۹۷). اهمیت اقتصادی زیره سبز در مناطق خشک و نیمه خشک در شرایط کمبود آب و با حاصلخیزی کم خاک، به دلیل دارا بودن ویژگی هایی از قبیل شکل برگ ها، کوتاه بودن بوته ها، رنگ و پوشش سطح اندام های گیاه، فصل رشد کوتاه، نیاز آبی کم، عدم تداخل فصل رشد آن با سایر محصولات کشاورزی، توجه اقتصادی آن نسبت به دیگر محصولات زراعی و صادراتی بودن آن می باشد (رحیمیان مشهدی، ۱۳۷۱).

1. Rajput et al.
2. Mulpuri et al.
3. Sowbhagya et al.
4. Hashemian et al.
5. Safari et al.
6. Parthasarathy et al.

از نظر اکولوژیکی زیره سبز به خشکی، نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری مقاوم است (کافی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶). با توجه به دوره رشد کوتاه، در طول دوره رشد به حرارت مناسب و نور کافی نیاز دارد و مقدار اسانس گیاهانی که در مناطق گرم با نور فراوان می‌رویند، بیش از مناطق دیگر است. این گیاه در مرحله گلدهی و تشکیل میوه به رطوبت کمتری نیاز دارد. گزارش داده شده است که حتی ۲۵۰ میلی‌متر بارندگی نیز برای تولید مناسب این گیاه کافی است (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۳).

در بین خصوصیات زراعی، تعیین تاریخ کاشت به منظور حصول استقرار خوب گیاه در مزرعه از اولویت برخوردار است، زیرا تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت، مراحل فنولوژیکی گیاه به‌طور متفاوتی بروز کرده‌اند و لذا این مراحل تحت تأثیر تغییرات شرایط محیطی قرار می‌گیرند (خراسانی و همکاران، ۱۳۹۱). تاریخ کاشت یکی از مهم‌ترین عوامل در بهبود عملکرد و کیفیت گیاهان خانواده چتریان از جمله زیره سبز است (توماس، ۱۹۹۴)، به‌نحوی که در کاشت زود هنگام، تعداد شاخه‌های جانبی و در کاشت خیلی دیر، علاوه بر شاخه‌های جانبی، حجم ریشه‌ها نیز کاهش می‌یابد (خوشخوی و بنیان‌پور<sup>۲</sup>، ۲۰۰۶؛ عیوب همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۸). کشت زیره سبز در مناطق گرم کشور (مانند کاشمر، طبس و یزد) غالباً پیش از زمستان و در مناطق معتدله و سرد کشور (مانند قوچان و تبریز) معمولاً بعد از زمستان انجام می‌شود (نظامی و همکاران، ۱۳۸۸). بعضی محققین کشت زیره در زمستان (دی‌ماه) مناسب‌تر می‌دانند. محققان اظهار داشته‌اند در کاشت بهاره گیاهان دارویی از جمله زیره سبز، به‌دلیل قرار گرفتن گیاه در معرض تنش گرما تعداد دانه، وزن هزار دانه و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (خراسانی و همکاران، ۱۳۹۱). یکی از مشکلات کشاورزان جهت کاشت زیره سبز در پاییز و زمستان، عدم دسترسی به ژنوتیپ‌های متحمل به سرمای این گیاه می‌باشد. از این‌رو، شناسایی و معرفی اکوتیپ‌های زیره سبز که در کاشت پاییزه - زمستانه، بتوانند شرایط سرد توأم با یخبندان در زمستان را در ابتدای دوره رشد رویشی تحمل کرده و با شروع فصل بهار، رشد رویشی خود را تکمیل و وارد مرحله زایشی شوند، بهبود و ثبات عملکرد در این گیاه را به دنبال خواهد داشت (سهیلی و همکاران، ۱۳۸۹).

با توجه به اینکه اطلاعات بسیار کمی در خصوص پتانسیل عملکرد گیاهان زیره سبز در شرایط مختلف اقلیمی استان کرمانشاه وجود دارد، این مطالعه در شرایط دیم و آبی در کشت‌های بهاره و پاییزه با هدف شناسایی اکوتیپ، فصل کشت، نوع کشت (آبی و دیم) و تاریخ کاشت مناسب در اقلیم‌های مختلف استان انجام گردید.

1. Kafi  
2. Khosh-Khui and Bonyanpour  
3. Ayub et al.

### ۳- روش شناسی

#### ۳-۱- مواد گیاهی و طرح آزمایشی

در مطالعه حاضر به منظور تعیین سازگاری زیره سبز، کشت بهاره و پاییزه در شرایط دیم و آبی (آبیاری در مرحله گلدهی و مرحله پر شدن دانه) در استان کرمانشاه، ۱۰ آزمایش جداگانه برای زیره سبز (جدول ۱) در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه‌های گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، شهرستان‌های کنگاور و سرپل ذهاب انجام شد. هر آزمایش در هر منطقه و هر محصول، به صورت اسپلینت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت یک سال زراعی (۱۴۰۰-۱۴۰۱) اجرا گردید.

در هر آزمایش، فاکتور اصلی و فرعی به ترتیب شامل دو تاریخ کاشت و پنج اکوتیپ برای زیره سبز بود (جدول ۲). بذر اکوتیپ‌های مورد بررسی هر دو گیاه از بانک بذر پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی و شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. هر پلات شامل ۶ ردیف به طول ۴ متر (به فاصله ۳۰ سانتی‌متر)، عمق کاشت حدود یک سانتی‌متر و تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد.

جدول ۱. لیست آزمایشات انجام شده روی زیره سبز

سایت	شهر	فصل کشت	نوع کشت	تاریخ کشت اول	آبیاری یا بارش مؤثر	تاریخ کشت دوم	آبیاری یا بارش مؤثر
۱	کنگاور (اقلیم سرد)	پاییز	آبی	۲۴ آبان ۱۴۰۰	۲۶ آبان ۱۴۰۰	۹ آذر ۱۴۰۰	۹ آذر ۱۴۰۰
۲		بهار	آبی	۲۵ اسفند ۱۴۰۰	۲۵ اسفند ۱۴۰۰	۱۷ فروردین ۱۴۰۱	۱۷ فروردین ۱۴۰۱
۳		پاییز	دیم	۲۴ آبان ۱۴۰۰	۲۶ آبان ۱۴۰۰	۹ آذر ۱۴۰۰	۱۲ آذر ۱۴۰۰
۴	کرمانشاه (اقلیم معتدل)	بهار	دیم	۲۵ اسفند ۱۴۰۰	۲۵ اسفند ۱۴۰۰	۱۷ فروردین ۱۴۰۱	۶ اردیبهشت ۱۴۰۱
۵		پاییز	آبی	۲۳ آبان ۱۴۰۰	۲۶ آبان ۱۴۰۰	۱۰ آذر ۱۴۰۰	۱۲ آذر ۱۴۰۰
۶		بهار	آبی	۲۰ اسفند ۱۴۰۰	۲۰ اسفند ۱۴۰۰	۱۰ فروردین ۱۴۰۱	۱۴ فروردین ۱۴۰۱
۷	ذهاب (اقلیم سرپل گرم)	پاییز	دیم	۲۳ آبان ۱۴۰۰	۲۶ آبان ۱۴۰۰	۱۰ آذر ۱۴۰۰	۱۲ آذر ۱۴۰۰
۸		پاییز	آبی	۲۷ آبان ۱۴۰۰	۱ آذر ۱۴۰۰	۱۰ آذر ۱۴۰۰	۱۰ آذر ۱۴۰۰
۹		بهار	آبی	۷ فروردین ۱۴۰۱	۷ فروردین ۱۴۰۱	۱۸ فروردین ۱۴۰۱	۱۸ فروردین ۱۴۰۱
۱۰		پاییز	دیم	۲۷ آبان ۱۴۰۰	۱ آذر ۱۴۰۰	۱۰ آذر ۱۴۰۰	۱۰ آذر ۱۴۰۰

جدول ۲. لیست اکوتیپ‌های بررسی شده

گیاه	فاکتور فرعی (نام اکوتیپ)			
زیره سبز	۱ = اصفهان	۲ = بیرجند	۳ = چهارمحال	۴ = کرمان
				۵ = کرمانشاه

قبل از اجرای آزمایش‌ها، از خاک مزرعه توسط اوگر (مته نمونه‌برداری) به طور تصادفی چند نمونه از عمق ۰-۳۰ سانتی متر تهیه شد. سپس خاک نمونه‌های مختلف با یکدیگر مخلوط گردید. نمونه خاک‌ها جهت اندازه‌گیری صفات مرتبط با کیفیت خاک به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۳). مقدار ماده آلی خاک در کرمانشاه زیر یک درصد و در بقیه نمونه‌ها در حدود یک درصد بود. تمامی نمونه‌ها با توجه به EC و SAR خاک از لحاظ شوری و قلیایی مشکل نداشتند.

جدول ۳. خصوصیات خاک مزارع

شهر	بافت خاک	ذرات خاک (%)			آزمایش‌های شیمیایی		
		شن	سیلت	رس	کربن آلی (%)	اسیدیته (pH)	EC (ds.m-1)
کنگاور	لومی-رسی	۲۷/۶	۳۹/۸	۳۲/۶	۱/۲۷	۷/۵۶	۰/۹۵۷
کرمانشاه	لومی-رسی سیلتی	۱۳/۶	۴۹/۸	۳۶/۶	۰/۲۹	۷/۶۳	۰/۴۱۶
سرپل ذهاب پاییزه	لومی-رسی سیلتی	۲۵/۶	۴۹/۸	۲۴/۶	۱/۰۷	۷/۵۶	۰/۵۹
سرپل ذهاب بهار	رسی سیلتی	۱۳/۶	۴۳/۸	۴۲/۶	۱/۴۶	۷/۵۴	۱/۱۳۸

### ۳-۲- صفات مورد ارزیابی

به منظور اندازه‌گیری صفات ارتفاع بوته، تعداد فولیکول در بوته، وزن تک بوته و عملکرد دانه در بوته، پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و میانگین اندازه‌گیری ثبت شد. وزن هزار دانه هر ژنوتیپ با شمارش چهار نمونه ۲۵۰ تایی از دانه‌های برداشت شده از هر کرت و توزین آنها بر حسب گرم اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، سه ردیف یک متری کشت از هر کرت از سطح خاک برداشت و توزین گردید و به واحد گرم در مترمربع تبدیل شد.



### ۳-۳- تجزیه و تحلیل‌های آماری

تجزیه واریانس مرکب و مقایسات میانگین (هم برای هر یک از شهرها به صورت جداگانه و هم برای همه شهرها با هم) با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام گرفت. آزمون به کار برده شده جهت مقایسات میانگین داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیری صفات، آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار<sup>۱</sup> در سطح احتمال پنج درصد بود. نمودارها با استفاده از محیط اکسل رسم شدند.

### ۴- تحلیل داده‌ها

کشت پاییزه و بهاره زیره سبز در شهرستان‌های کنگاور و کرمانشاه و کشت بهاره در شهرستان سرپل ذهاب جوانه‌زنی مطلوب نداشتند و یا بوته‌ها بر اثر سرما کاملاً از بین رفتند. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات در شهرستان سرپل ذهاب در جدول ۴ نشان داده شده است. اثر سایت برای تمام صفات مطالعه شده بجز وزن بوته، بسیار معنی‌دار بود.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین عامل سایت (شکل ۱)، عملکرد دانه کرت‌های سایت آبی (۶۱/۵۷ گرم در مترمربع) به طور معنی‌داری بیشتر از سایت دیم (۳۶/۳۵ گرم در مترمربع) بود. از نظر تاریخ کاشت نیز عملکرد دانه کرت‌های تاریخ کاشت ۱۰ آذر (۵۵/۰۲ گرم در مترمربع) به طور معنی‌داری بالاتر از تاریخ کاشت ۲۷ آبان (۴۲/۹۰ گرم در مترمربع) بود (شکل ۲).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سایت × تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک (شکل ۳) نشان داد که بالاترین عملکرد بیولوژیک (۱۶۲/۲ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار تاریخ کاشت ۲۷ آبان سایت آبی بود ( $P \leq 0.05$ ). تاریخ کاشت‌های ۲۷ آبان و ۱۰ آذر سایت دیم نیز به طور معنی‌داری کمترین مقدار این صفت را داشتند.

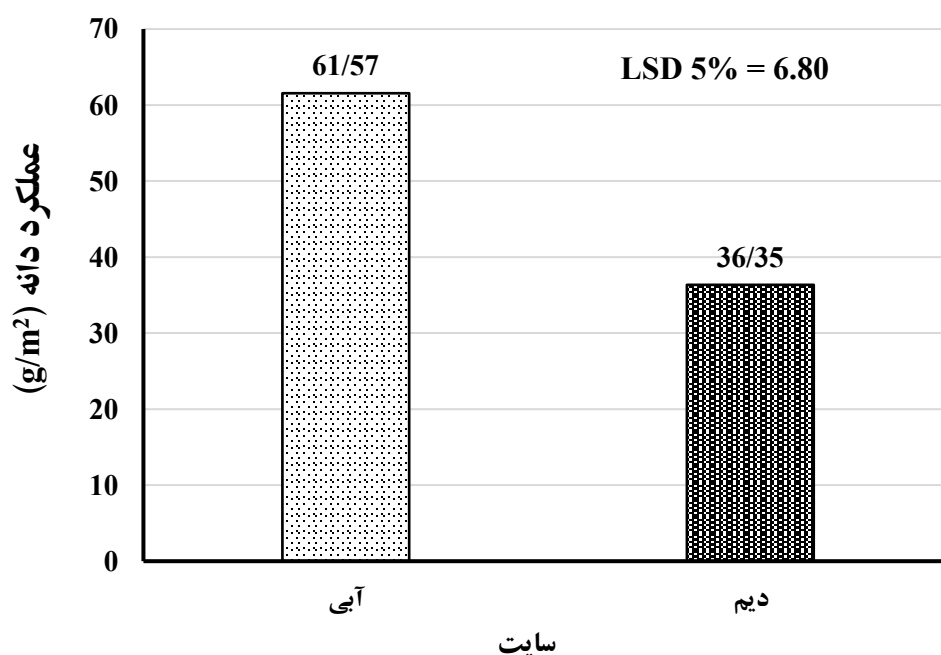
بر اساس نتایج مقایسه میانگین سطوح تیمار سایت از نظر ارتفاع بوته (شکل ۴)، بوته‌های کرت‌های سایت آبی (۲۴/۵۴ سانتی‌متر) به طور معنی‌داری بلندتر از سایت دیم (۱۹/۶۰ سانتی‌متر) بودند. ارتفاع بوته کرت‌های تاریخ کاشت ۲۷ آبان (۲۳/۸۳ سانتی‌متر) به طور معنی‌داری بالاتر از تاریخ کاشت ۱۰ آذر (۲۰/۳۱ سانتی‌متر) بود (شکل ۵).

از نظر وزن هزاردانه، سایت آبی با میانگین ۳/۰۷ گرم، نسبت به سایت دیم (۲/۵۵ گرم) برتری معنی‌داری داشت (شکل ۶). اکوتیپ کرمان با ۳/۱۶ گرم دارای برتری معنی‌داری از نظر وزن هزاردانه بود (شکل ۷).

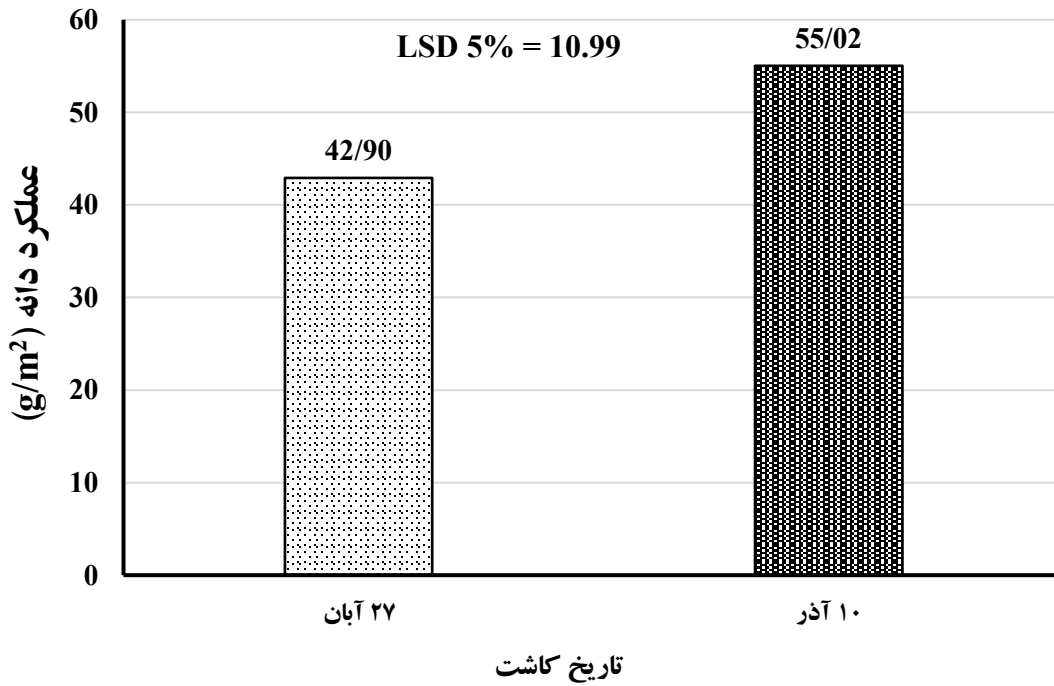
جدول ۴. تجزیه واریانس مرکب برای صفات مورد مطالعه زیره سبز در سرپل ذهاب

وزن بوته	میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
	وزن هزار دانه	ارتفاع بوته	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه		
0.00748167 <sup>ns</sup>	4.06640667 <sup>**</sup>	367.0426667 <sup>**</sup>	73455.20683 <sup>**</sup>	9543.2482 <sup>**</sup>	1	سایت (L)
0.32940833	0.10279667	3.2588333	491.88338	89.9925	4	تکرار (سایت) E
0.40180167 <sup>ns</sup>	0.22570667 <sup>ns</sup>	186.5606667 <sup>*</sup>	450.565607 <sup>ns</sup>	2201.4772 <sup>*</sup>	1	تاریخ کاشت (A)
0.59800167 <sup>ns</sup>	0.16224000 <sup>ns</sup>	84.4906667 <sup>ns</sup>	8942.604167 <sup>*</sup>	943.9080 <sup>ns</sup>	1	L × A
0.49482167	0.17253333	11.7891667	682.15377	235.1883	4	خطای کرت اصلی (E <sub>a</sub> )
0.49574417 <sup>ns</sup>	0.52188083 <sup>**</sup>	5.2585833 <sup>ns</sup>	1864.73396 <sup>ns</sup>	386.5540 <sup>ns</sup>	4	اکوتیپ (B)
0.35063083 <sup>ns</sup>	0.04751083 <sup>ns</sup>	4.6035833 <sup>ns</sup>	1519.51500 <sup>ns</sup>	135.4137 <sup>ns</sup>	4	A × B
0.14485250 <sup>ns</sup>	0.04051083 <sup>ns</sup>	3.0322500 <sup>ns</sup>	2805.83746 <sup>ns</sup>	266.6960 <sup>ns</sup>	4	L × B
0.19515583 <sup>ns</sup>	0.05564417 <sup>ns</sup>	1.8519167 <sup>ns</sup>	2727.37743 <sup>ns</sup>	286.2886 <sup>ns</sup>	4	L × A × B
0.43691083	0.07460042	6.7154583	1572.0879	272.1248	32	خطای کرت فرعی (E <sub>b</sub> )
21.29	9.73	11.74	35.31	33.69	-	ضریب تغییرات %

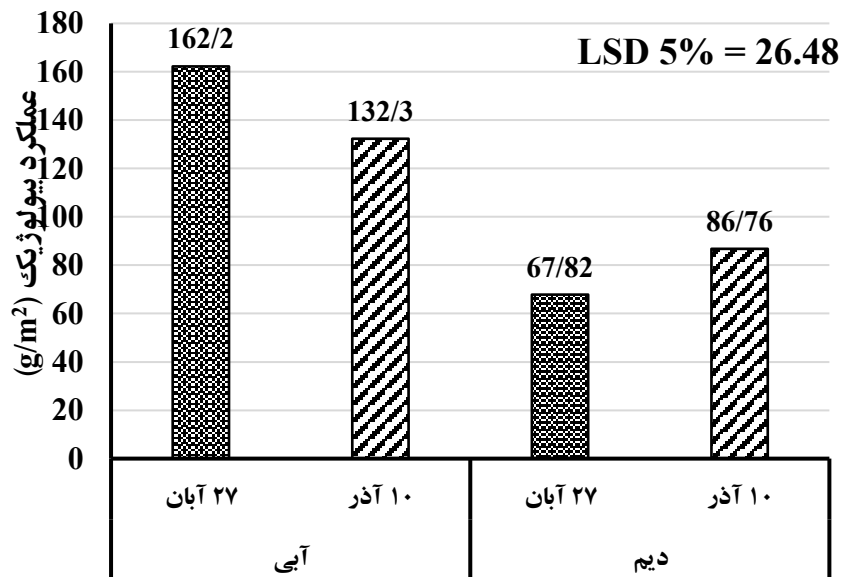
<sup>ns</sup>، \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.



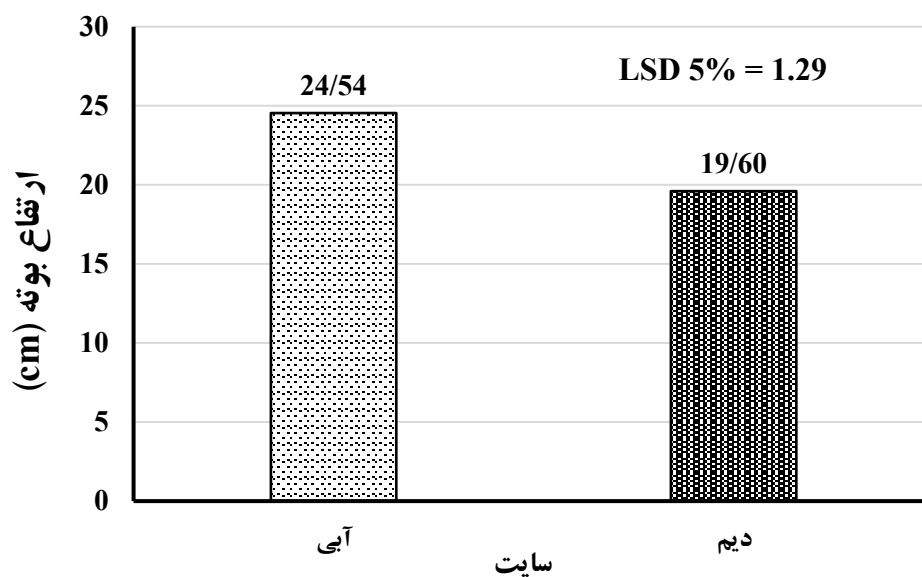
شکل ۱. مقایسه میانگین سطوح تیمار سایت از نظر عملکرد دانه زیره سبز سرپل ذهاب



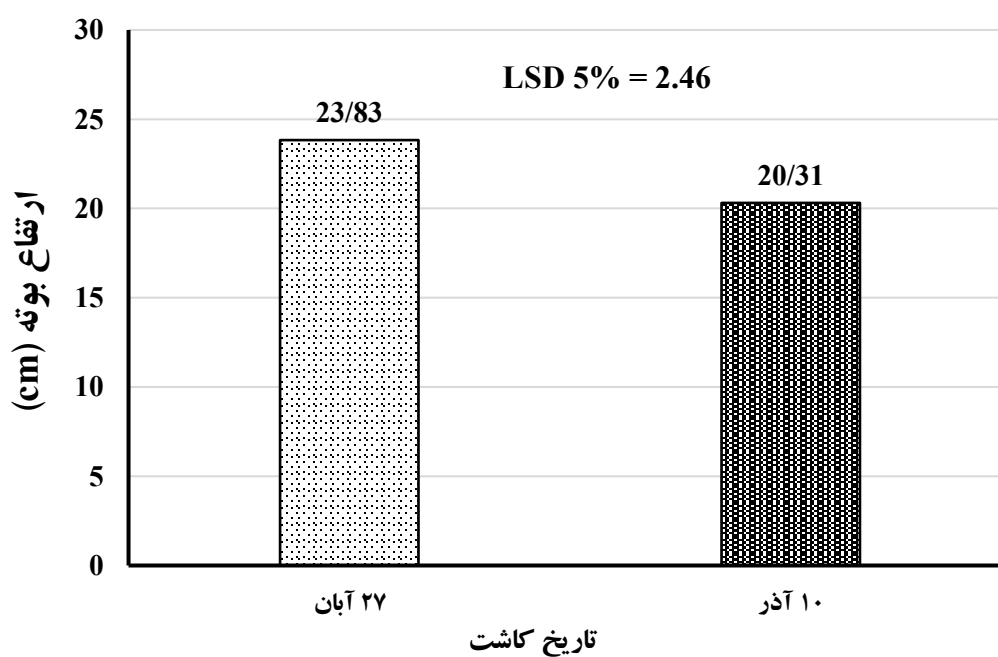
شکل ۲. مقایسه میانگین سطوح تیمار تاریخ کاشت از نظر عملکرد دانه زیره سبز سرپل ذهاب



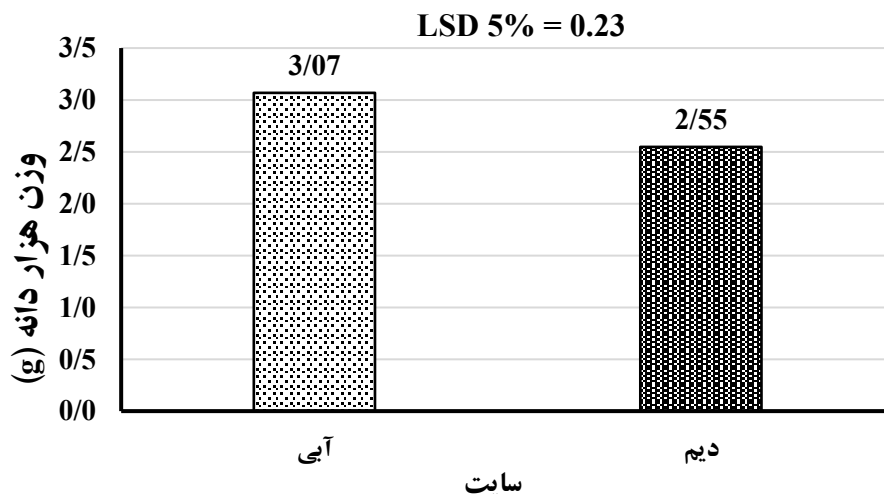
شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل سایت × تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک زیره سبز سرپل ذهاب



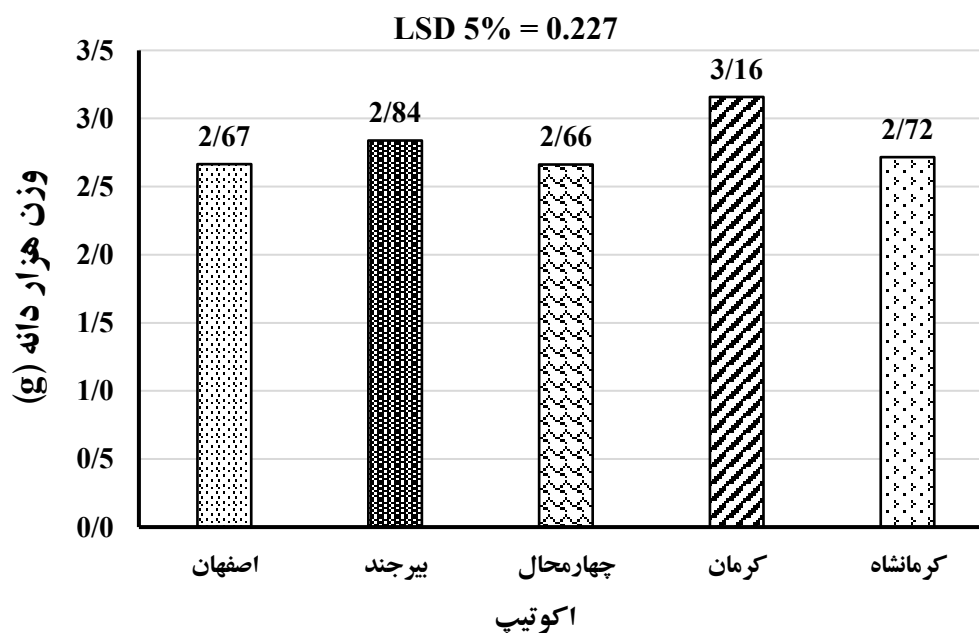
شکل ۴. مقایسه میانگین سطوح تیمار سایت از نظر ارتفاع بوته زیره سبز سرپل ذهاب



شکل ۵. میانگین سطوح تیمار تاریخ کاشت از نظر ارتفاع بوته زیره سبز سرپل ذهاب



شکل ۶. مقایسه میانگین سطوح تیمار سایت از نظر وزن هزاردانه زیره سبز سرپیل ذهاب



شکل ۷. مقایسه میانگین سطوح تیمار اکوتیپ از نظر وزن هزار دانه زیره سبز سرپیل ذهاب

### ۵- بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از بررسی زیره سبز در شهرستان سرپیل ذهاب، اثر سایت (آبی و دیم) برای تمام صفات مطالعه شده بجز وزن بوته، بسیار معنی دار بود. اثر تاریخ کاشت فقط بر عملکرد دانه و ارتفاع بوته، اثر متقابل سایت × تاریخ کاشت فقط بر عملکرد بیولوژیک و اثر اکوتیپ فقط بر وزن هزاردانه معنی دار بود و سایر اثرات ساده و متقابل، سبب بروز تفاوت معنی دار در مقدار صفات نگردیدند (جدول ۴). نتایج تجزیه و

تحلیل بررسی تأثیر تاریخ کاشت، کشت مخلوط و ریز و باکتری‌های محرک رشد بر زیره سبز در ایران (رضوانی مقدم و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴)، حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای تاریخ کاشت (۱۴ آبان، ۱۴ آذر و ۱۵ اسفند) از نظر تمامی صفات مورد مطالعه به جز شاخص برداشت و درصد اسانس بود. نتایج مطالعه واکنش تعدادی از توده‌های بومی زیره سبز به سطوح تاریخ کاشت (۲۵ مهر، ۲۵ آبان و ۲۵ آذر) و سرما در مشهد، نشان داد که تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزاردانه و اجزای عملکرد دارد (نظامی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج ارزیابی عملکرد کمی و کیفی اکوتیپ‌های زیره سبز در واکنش به تاریخ‌های کاشت در شرایط آب‌وهوایی سبزواری نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و همچنین درصد اسانس در تاریخ کاشت ۳۰ دیماه به‌دست آمد و تأخیر در کاشت سبب کاهش خصوصیات کمی و کیفی گردید (ریوندی و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج بررسی تأثیر تاریخ کاشت پاییزه بر بهره‌وری اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز در شمال شرق ایران نشان داد که درصد بقای گیاه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت در هر دو سال آزمایش قرار گرفت. بیشترین و کمترین مقدار درصد بقای گیاه، به‌ترتیب در تاریخ‌های کاشت‌های آذر در تمام سال‌های مورد مطالعه به‌دست آمد (ناظمی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱). بررسی اثر دو تاریخ کاشت (۲۴ آبان و ۹ آذر) بر عملکرد زیره سبز در راجستان هند نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت ۲۴ آبان (۸۳۴ کیلوگرم در هکتار) بود (یاداف و دهاما<sup>۳</sup>، ۲۰۰۳). در بررسی تاریخ کشت زیره سبز در شرایط نپال، رقم Guha104 بیشترین عملکرد را در ۲۳ مهر نشان داد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین عامل سایت (شکل ۱)، عملکرد دانه کرت‌های سایت آبی (۶۱/۵۷ گرم در مترمربع) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایت دیم (۳۶/۳۵ گرم در مترمربع) بود. نتایج به‌دست آمده از ارزیابی تحمل به تنش رطوبتی در اکوتیپ‌های زیره سبز با استفاده از شاخص‌های تحمل تنش بیانگر آن بود که بین اکوتیپ‌های زیره سبز مورد بررسی، از لحاظ تولید دانه در شرایط تنش و بدون تنش و همچنین از لحاظ تحمل به تنش رطوبتی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (صفری و همکاران، ۱۳۹۵). طبق مطالعات انجام شده، زیره سبز در شرایط شدیدترین تنش‌های کمبود آب، با وجود کاهش رشد، توانسته عملکرد اقتصادی قابل قبولی داشته باشد (پیرزاد، ۱۳۹۶). تولید زیره سبز در شرایط دیم نشان‌دهنده مقاومت نسبی این گیاه به تنش خشکی می‌باشد که این مقاومت به توسعه ریشه‌ها و جذب بیشتر آب از اعماق پایین‌تر خاک نسبت داده می‌شود (پیرزاد، ۱۳۹۶). از نظر تاریخ کاشت نیز عملکرد دانه کرت‌های تاریخ کاشت ۱۰ آذر (۵۵/۰۲ گرم در مترمربع) به‌طور معنی‌داری بالاتر از تاریخ کاشت ۲۷ آبان (۴۲/۹۰ گرم در مترمربع) بود (شکل ۲). نتایج مطالعه قربانی و همکاران (۱۳۸۸) روی زیره سبز در مشهد نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب در تاریخ‌های ۲۰ آذر و

1. Rezvani Moghaddam et al.
1. Nezami et al.
2. Yadav and Dahama

۱۰ اسفند به دست آمد. کاشت گیاه در تاریخ بهینه سبب می شود که مجموعه عوامل محیطی برای سبز شدن، استقرار و بقای گیاه، مناسب بوده و گیاه در مراحل رشد با شرایط مطلوب روبرو گردد. نتایج مطالعه نظامی و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که بیشترین (۴۹/۰ گرم در مترمربع) و کمترین (۲۲/۲ گرم در مترمربع) عملکرد دانه توده های زیره سبز از تاریخ کاشت ۲۵ آذر و ۲۵ آبان حاصل شد. در تحقیقی اثر تاریخ کشت دیم بر صفات کمی و کیفی زیره سبز مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش در پنج تاریخ کشت متفاوت (۱۵ بهمن به عنوان شاهد، ۲۵ بهمن، ۵، ۱۵ و ۲۵ اسفند) در منطقه سیرج کرمان انجام گرفت. نتایج نشان داد میزان بذری تولیدی در تاریخ کشت ۵ اسفند بالاترین بود (کالیراد، ۱۳۹۱). نتایج مطالعه خراسانی و همکاران (۱۳۹۱) روی زیره سبز نشان داد که تاریخ کاشت ۲۶ مهر بیشترین (۵۴/۷ گرم در مترمربع) و ۸ آذر کمترین (۴۸/۳۶ گرم در مترمربع) عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند به نحوی که با تأخیر در کاشت، عملکرد دانه حدود ۱۲ درصد کاهش یافت. نتایج مطالعه نظامی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد تأخیر در کاشت پاییزه باعث افزایش درصد بقای گیاه، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیکی گیاه زیره سبز شد. تاریخ کاشت آذرماه نسبت به مهر و آبان، بیشترین عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه را نشان داد. در بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و کمیت اسانس زیره سبز و شنبلیله در شرایط آب و هوایی مشهد گزارش شده است اسانس، عملکرد دانه و اجزای عملکرد این دو گیاه در تاریخ کاشت های پاییزه نسبت به بهاره بالاتر بود (رضوانی مقدم و مرادی، ۱۳۹۱).

در بررسی اثر چهار تاریخ کاشت (آذر، دی، اسفند و فروردین) بر عملکرد زیره سبز نشان داده شد که بیشترین عملکرد زیره سبز در تاریخ کاشت های آذر و دی به دست آمد (زرین زاده و همکاران، ۱۳۸۶). در کشت بهاره به دلیل گرمی هوا و خصوصیات رشدی گیاه به ویژه حساسیت بیش از حد زیره سبز به فتوپریود، در نتیجه بلندشدن روزها در اوایل بهار، از عملکرد کاسته خواهد شد، چرا که در این حالت زیره سبز وارد مرحله زایشی شده و سبب اثر منفی بر اجزای عملکرد و عملکرد می گردد.

بررسی نتایج حاصل از تحقیقات مختلف روی زیره سبز مشخص نمود که با توجه به حساسیت زیره سبز به عوامل اقلیمی به ویژه فتوپریود و دما، ضروری است که کشت این گیاه زمانی صورت گیرد که فرصت کافی به منظور رشد رویشی آن وجود داشته باشد (رحیمیان مشهدی، ۱۳۷۱)، چرا که انتظار می رود هر چه ماده خشک تولید شده توسط گیاه قبل از رشد زایشی بیشتر باشد، عملکرد دانه نیز بیشتر گردد (سهیلی و همکاران، ۱۳۸۹). در شرایط کشت بهاره، همزمان با توسعه گیاهچه های زیره سبز، دمای هوا افزایش یافته و طول روز زیاد می شود. علاوه بر این، چون این گیاه از نظر واکنش به فتوپریود بسیار حساس بوده و در روزهای بلند بدون توجه به میزان رشد رویشی، وارد مرحله زایشی می شود (رحیمیان مشهدی، ۱۳۷۱)، بنابراین دوره رویشی آن کوتاه شده و در نتیجه تجمع ماده خشک گیاه در زمان گلدهی به حد مطلوبی نرسیده و در نهایت عملکرد شدیداً کاهش می یابد. از طرفی نیز با توجه به اینکه طول دوره پرشدن دانه در این گیاه بسیار کوتاه بوده و شدیداً تحت تأثیر طول روز

و دمای هوا می‌باشد، شرایط مذکور باعث افت شدید عملکرد دانه در این گیاه می‌شود (سهیلی و همکاران، ۱۳۸۹).

سهیلی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد چهار توده بومی زیره سبز نشان دادند که عملکرد دانه در واحد سطح به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت. گیاهان تاریخ کاشت دوم اسفند، از این نظر دارای برتری معنی‌داری نسبت به گیاهان دیگر تاریخ‌های کاشت (۲۱ آبان، ۲۱ آذر و ۲۷ اسفند) بودند و حداقل عملکرد دانه متعلق به تاریخ کاشت ۲۷ اسفند بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سایت  $\times$  تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک (شکل ۳) نشان داد که بالاترین عملکرد بیولوژیک (۱۶۲/۲ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار تاریخ کاشت ۲۷ آبان سایت آبی بود ( $P \leq 0.05$ ). تاریخ کاشت‌های ۲۷ آبان و ۱۰ آذر سایت دیم نیز به‌طور معنی‌داری کمترین مقدار این صفت را داشتند. نتایج آزمایشی دوساله در مشهد نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر عملکرد زیره سبز معنی‌دار بوده و تأخیر در کاشت سبب کاهش عملکرد بیولوژیک و اجزای عملکرد گردید (قربانی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به وجود اسانس در زیست‌توده گیاه و استفاده از آن در بخش صنعت جهت استحصال اسانس، این صفت از نظر اقتصادی نیز حایز اهمیت می‌باشد (فراوانی و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج مطالعه نظامی و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که بیشترین (۱۱۰/۷ گرم در مترمربع) و کمترین (۵۵/۰ گرم در مترمربع) عملکرد بیولوژیک توده‌های زیره سبز از تاریخ کاشت ۲۵ آذر و ۲۵ آبان حاصل شد. همچنین نتایج مطالعه خراسانی و همکاران (۱۳۹۱) روی زیره سبز نشان داد که تاریخ کاشت ۲۶ مهر بیشترین (۹۴/۳۵ گرم در مترمربع) و ۸ آذر کمترین (۷۵/۲ گرم در مترمربع) عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند به‌نحوی که با تأخیر در کاشت، عملکرد بیولوژیک ۲۰ درصد کاهش یافت. در آزمایش حاضر، عملکرد بیولوژیک تاریخ کاشت ۱۰ آذر سایت دیم (۸۶/۷۶ گرم در مترمربع)، بالاتر از تاریخ کاشت ۲۷ آبان سایت دیم (۶۷/۸۲ گرم در مترمربع) بود (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد که دلیل افزایش عملکرد بیولوژیکی در گیاهان تاریخ کاشت دوم (۱۰ آذر) احتمالاً به دلیل مواجه شدن گیاهان با شرایط مساعدتر محیطی و در نتیجه، رشد سبزینه‌ای مناسب‌تر در طی دوره رشد بوده است.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین سطوح تیمار سایت از نظر ارتفاع بوته (شکل ۴)، بوته‌های کرت‌های سایت آبی (۲۴/۵۴ سانتی‌متر) به‌طور معنی‌داری بلندتر از سایت دیم (۱۹/۶۰ سانتی‌متر) بودند. ارتفاع بوته کرت‌های تاریخ کاشت ۲۷ آبان (۲۳/۸۳ سانتی‌متر) به‌طور معنی‌داری بالاتر از تاریخ کاشت ۱۰ آذر (۲۰/۳۱ سانتی‌متر) بود (شکل ۵). کاهش ارتفاع بوته زیره سبز به دلیل تأخیر در کاشت که در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (میرشکاری و همکاران، ۱۳۸۶؛ نظامی و همکاران، ۱۳۸۸)، احتمالاً به دلیل کوتاه‌تر شدن دوره رشد رویشی گیاه می‌باشد. نتایج ارزیابی اکوتیپ‌های زیره سبز در واکنش به تاریخ‌های کاشت در سبزواری نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت دی‌ماه با میانگین ۲۳/۵۳ سانتی‌متر و کمترین آن در تاریخ کاشت ۱۰



اسفندماه با میانگین ۱۹ سانتی‌متر به‌دست آمد (ریوندی و همکاران، ۱۳۹۹). با بررسی کشت زیره سبز در آذر، دی و اسفندماه گزارش شده است که تأخیر در کاشت سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته گردید زیرا در این حالت، زیره سبز فرصت کافی برای تکمیل مراحل رویشی را نداشته و قبل از کامل شدن دوره رویشی، مرحله زایشی را آغاز کرده و منجر به کاهش ارتفاع می‌گردد (قربانی و همکاران، ۱۳۸۸).

از نظر وزن هزاردانه، سایت آبی با میانگین ۳/۰۷ گرم، نسبت به سایت دیم (۲/۵۵ گرم) برتری معنی‌داری داشت (شکل ۶). اکوتیپ کرمان با ۳/۱۶ گرم دارای برتری معنی‌داری از نظر وزن هزاردانه بود (شکل ۷). نتایج مطالعه نظامی و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که بیشترین (۴/۷ گرم) و کمترین (۴/۲ گرم) وزن هزاردانه توده‌های زیره سبز از تاریخ کاشت ۲۵ مهر و ۲۵ آبان حاصل شد. همچنین با تأخیر در کاشت از ۲۵ مهر به ۲۵ آذر، وزن هزاردانه کاهش یافت. نتایج مطالعه خراسانی و همکاران (۱۳۹۱) روی زیره سبز نشان داد که تاریخ کاشت ۲۶ مهر بیشترین (۴/۶ گرم) و ۸ آذر کمترین (۴/۲ گرم) وزن هزاردانه را به خود اختصاص دادند به نحوی که با تأخیر در کاشت، وزن هزاردانه ۱۰ درصد کاهش یافت. مشابه با نتایج این پژوهش، در بررسی تأثیر تاریخ کاشت پاییزه بر بهره‌وری اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز در شمال شرق ایران نیز تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر صفت وزن هزاردانه نداشت (نظامی و همکاران، ۲۰۱۱).

## ۶- نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از بررسی زیره سبز در شهرستان سرپل‌ذهاب، اثر سایت (آبی و دیم) برای تمام صفات مطالعه شده بجز وزن بوته، بسیار معنی‌دار بود. اثر تاریخ کاشت فقط بر عملکرد دانه و ارتفاع بوته، اثر متقابل سایت × تاریخ کاشت فقط بر عملکرد بیولوژیک و اثر اکوتیپ فقط بر وزن هزاردانه معنی‌دار بود و سایر اثرات ساده و متقابل، سبب بروز تفاوت معنی‌دار در مقدار صفات نگردیدند. عملکرد دانه کل کرت‌های سایت آبی به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایت دیم، و تاریخ کاشت ۱۰ آذر به‌طور معنی‌داری بالاتر از تاریخ کاشت ۲۷ آبان بود. بالاترین عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته به‌صورت معنی‌داری از تیمار تاریخ کاشت ۲۷ آبان سایت آبی مشاهده شد. از نظر وزن هزاردانه، سایت آبی با میانگین ۳/۰۷ گرم، نسبت به سایت دیم (۲/۵۵ گرم) برتری معنی‌داری داشت. همچنین اکوتیپ کرمان با ۳/۱۶ گرم دارای برتری معنی‌داری از نظر وزن هزاردانه بود. با توجه به تصادفی بودن سال و شرایط ویژه خصوصاً از نظر سرما در سال آزمایش توصیه به اجرای این آزمایش در سال‌های بیشتر (طرح سه ساله) برای حصول نتیجه‌گیری بهتر می‌باشد.

## سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی شماره ۲۱۳۷۹۴-۱۵۶۳۱ است و با حمایت مالی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و جهاد کشاورزی استان کرمانشاه انجام شده است.

## فهرست منابع

- پیرزاد، ع؛ درویش زاده، رضا؛ حسنی، عباس (۱۳۹۶). پاسخ عملکرد دانه و اسانس زیره سبز به رژیم‌های مختلف آبیاری و سطوح سوپر جاذب در شرایط آب و هوایی ارومیه، نشریه تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک، (۱)۱، ۱-۱۲.
- پیری، عیسی؛ وحیدیان، زهرا؛ توسلی، ابوالفضل؛ بابائیان، مهدی (۱۳۹۷). بررسی سیستم‌های کشت ارگانیک و متداول تولید زیره سبز (*Cuminum cyminum L.*) در منطقه زاهدان، بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۲)، ۳۶۸۸-۳۹۹.
- خراسانی، زینب؛ نظامی، احمد؛ نصیری محلاتی، مهدی؛ محمدآبادی، علی اصغر (۱۳۹۱). ارزیابی کشت پاییزه اکوتیپ‌های زیره سبز (*Cuminum cyminum L.*) در شرایط آب‌وهوایی مشهد، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۰(۱)، ۴۳-۵۲.
- رحیمیان‌مشهدی، حمید. (۱۳۷۱). اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر رشد و عملکرد زیره سبز، دانش کشاورزی، جلد ۳، ص ۶۱-۴۶.
- رضوانی‌مقدم، پرویز؛ مرادی، روح اله (۱۳۹۱). بررسی تاریخ کاشت، کود بیولوژیک و کشت مخلوط بر عملکرد و کمیت اسانس زیره سبز و شنبلیله، مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۳(۲)، ۲۱۷-۲۳۰.
- ریوندی، حسن؛ رضوان، شهرام؛ جامی‌معینی، متین؛ مسعودسینکی، جعفر؛ دمانندی، علی؛ سنجایی، سارا (۱۳۹۹). ارزیابی عملکرد کمی و کیفی اکوتیپ‌های زیره سبز (*Cuminum cyminum L.*) در واکنش به تاریخ‌های کاشت در شرایط آب‌وهوایی سبزوار، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۲(۲)، ۲۲۷-۲۴۰.
- زرین‌زاده، جلیل؛ میرزا، مهدی؛ آلیاری، هوشنگ (۱۳۸۶). اثرات تاریخ کاشت و رژیم‌های آبیاری بر روی کمیت و کیفیت اسانس در گیاه *Cuminum cyminum L.*، نشریه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳(۱)، ۱۳۴-۱۴۰.
- سهیلی، رضا؛ نظامی، احمد؛ خزاعی، حمیدرضا؛ نصیری‌محلاتی، مهدی (۱۳۸۹). بررسی اثر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد چهار توده بومی زیره سبز (*Cuminum cyminum*)، پژوهش‌های زراعی ایران، ۸(۵)، ۷۷۲-۷۸۳.
- صفری، بهراد؛ مرتضویان، سیدمحمد مهدی؛ سادات نوری، سید. احمد؛ فوقی، بهروز (۱۳۹۵). ارزیابی تحمل به تنش رطوبتی در اکوتیپ‌های زیره سبز با استفاده از شاخص‌های تحمل تنش، نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۳ (۴)، ۱۸۵-۲۰۴.
- علیزاده، امین؛ طاووسی، مجتبی؛ اینانلو، محمد؛ نصیری‌محلاتی، مهدی (۱۳۸۳). اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر مقدار محصول و اجزاء عملکرد زیره سبز، پژوهش‌های زراعی ایران، ۲ (۱)، ۳۵-۴۲.

فراوانی، مهدی؛ جعفری، علی اشرف؛ رنجبر، مهدی؛ نگاری؛ عبدالکریم؛ عزیزی، نرجس (۱۳۹۷). بررسی خصوصیات فنولوژیکی، ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی اکوتیپ‌های زیره سبز در شرایط آب و هوایی مشهد، نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی، ۳۱ (۳)، ۹۵-۱۱۳.

قربانی، رضا؛ کوچکی، علیرضا؛ جهانی، مریم؛ حسینی، آزاده؛ محمدآبادی، علی اصغر؛ ثابت تیموری، مژگان (۱۳۸۸). بررسی اثر تاریخ کاشت، زمان و روش‌های مختلف مدیریت علف‌های هرز در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز، پژوهش‌های زراعی ایران، ۷ (۱)، ۱۴۵-۱۵۳.

کالیراد، عهدیه (۱۳۹۱). بررسی اثر تاریخ کشت دیم بر صفات کمی و کیفی زیره سبز (*Cuminum* *cuminum*)، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۱)، ۱۰۳-۱۰۸.

میرشکاری، بهرام، اجلالی، لادن؛ حمیدی، جلیل (۱۳۸۶). فنولوژی، عملکرد و شاخص برداشت زیره سبز در تاریخ‌های و الگوهای مختلف کاشت در تبریز، خلاصه مقالات سومین همایش گیاهان دارویی، ۷۵.

نظامی، احمد، خرمدل، سرور، نصیری محلاتی، مهدی، محمدآبادی، علی اصغر (۱۳۸۸). واکنش تعدادی از توده‌های بومی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) به تاریخ‌های کاشت پاییزه در شرایط آب و هوایی مشهد، مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی، ۲ (۱)، ۱-۱۳.

Ayub, M; Nadeem, M.A; Tanveer, A; Tahir, M; Saqib, M.T.Y; Nawaz, R (2008). **Effect of different sowing methods and times on the growth and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* MILL.),** Pakistan Journal of Botany, 40(1), 259-264.

Hashemian, N; Pirbalouti, A.G; Hashemi, M; Golparvar, A; Hamedi, B (2013). **Diversity in chemical composition and antibacterial activity of essential oils of cumin (*Cuminum cyminum* L.) diverse from Northeast of Iran,** Australian Journal of Crop Science, 7(11), 1752-1760.

Kafi, M (2006). **Cumin (*Cuminum cyminum*): Production and Processing,** Boca Raton: CRC Press, 168 p. <https://doi.org/10.1201/9781482280531>.

Khosh-Khui, M; Bonyanpour, A.R (2006). **Effects of some variables on seed germination and seedling growth of cumin (*Cuminum cyminum* L.),** International Journal of Agricultural Research, 1, 20-24.

Mulpuri, S; Muddanuru, T; Francis, G (2013). **Start codon targeted (SCoT) polymorphism in toxic and non-toxic accessions of *Jatropha curcas* L. and development of a codominant SCAR marker,** Plant Science, 207, 117-127.

Nezami, A; Eyshi Rezaei, E; Khorasani, Z; Khorramdel, S; Bannayan, M (2011). **Evaluation of the impacts of fall sowing dates on different ecotypes of cumin (*Cuminum cyminum*, *Apiaceae* L.) productivity in Northeast of Iran,** Notulae Scientia Biologicae, 3(4), 123-128.

Parthasarathy, V.A; Chempakam, B; Zachariah, T.J (2008). **Chemistry of Spices,** CABI Pub, Wallingford, UK, 464 p.

Rajput, R.P.S; Paramakrishnan, N; Gangadharappa, H.V (2021). **Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Seed**, In: **Tanwar, B., Goyal, Ankit. (eds)**. Oilseeds: Health Attributes and Food Applications. Springer Nature Singapore Pte Ltd. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-4194-0\\_20](https://doi.org/10.1007/978-981-15-4194-0_20)

Rawal, R; Sharma, M; Srivastava, A; Thapa, R; Khadka, R (2014). **Performance of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Varieties at Different Sowing Dates in Salyan, Nepal**, Nepal Agricultural Research, 14,53-58.

Rezvani Moghaddama, P; Moradi, R; Mansoori, H (2014). **Influence of planting date, intercropping and plant growth promoting rhizobacteria on cumin (*Cuminum cyminum* L.) with particular respect to disease infestation in Iran**, Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 1, 134–143.

Safari, B; Mortazavian, S; Sadat-Noori, SA; Foghi, B (2015). **Effect of water stress on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.) genotypes**. Journal of Plant Physiology and Breeding, 5(2), 51-61

Sowbhagya, H.B; Sathendra, B.V; Krishnamurthy, N (2008). **Evaluation of size reduction and expansion on yield and quality of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seed oil**, Journal of Food Engineering, 84, 595-600.

Thomas, T.H (1994). **Responses of florence fennel (*Foeniculum vulgare azoricum*) seeds to light, temperature and gibberellin A4/7**, Plant Growth Regulation, 14(2), 139-143.

Yadav, R.S., Dahama, A.K., 2003. **Effects of planting date, irrigation and weed control method on the yield and water use efficiency of cumin (*Cuminum cyminum* L.)**, Indian Journal of Agricultural Science, 73, 494-496.