مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2021.341804.2716

جلد ۳۷، شماره ۲، صفحه ۲۵۹-۲۴۲ (۱۴۰۰) | شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0905.1400.37.242.106.2.1578.100

تأثیر تاریخ کشت، کود کامل و زمان برداشت بر عملکرد کمّی و کیفی *Satureja rechingeri* Jamzad

محمود نصرتی مومونديی[۱]، احسان‌اله زیدعلی[۲*]، محمد جواد زارع[۳]، حسن مومیوند[۴] و محمود کیانی[۵]

۱- دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

پست الکترونیک: e.zeidali@ilam.ac.ir

۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۴- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۵- استادیار، گروه علوم کشاورزی، دانشکده گیاهان دارویی، دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل، آمل، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۸ | تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۹ | تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۹

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تاریخ کشت (۲۹ اسفند و ۳۱ فروردین)، کود کامل (PLANTFEED) (صفر و ۲ در هزار) و زمان برداشت (۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۱۹ عصر) بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی مرزه رشینگری (*Satureja rechingeri* Jamzad) (وزن خشک برگ و ساقه، نسبت ساقه به برگ، عملکرد و درصد اسانس و درصد کارواکرول) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ انجام گردید. براساس نتایج، تمامی صفات ذکر شده به‌استثناء نسبت ساقه به برگ تحت تأثیر تیمار تاریخ کاشت و کود کامل قرار گرفتند. تاریخ کاشت ۳۱ فروردین و کاربرد کود کامل باعث افزایش در تمامی صفات مورد بررسی به‌استثناء درصد کارواکرول و نسبت ساقه به برگ شد. تیمار برداشت صبح، درصد و عملکرد اسانس را افزایش داد. بیشترین درصد کارواکرول (۹۹/۳۶٪) تحت تأثیر اثر متقابل سه‌گانه تاریخ کاشت (۲۹ اسفند) × کود کامل (۲ در هزار) × زمان برداشت (عصر) و کمترین میزان آن (۸۲/۷۷٪) تحت تأثیر اثر متقابل تاریخ کاشت ۲۹ اسفند × عدم مصرف کود کامل × زمان برداشت (صبح) بدست آمد. در نهایت، به نظر می‌رسد نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت ۳۱ فروردین، مصرف کود کامل در بیشتر صفات ذکر شده سبب بروز نتایج بهتری شد. همچنین، برداشت صبح و عصر بیشترین درصد و عملکرد اسانس و درصد کارواکرول را موجب شد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، کارواکرول، کود، مرزه، *Satureja rechingeri* Jamzad.

مقدمه

افزایش جمعیت و نیاز مبرم صنایع داروسازی به گیاهان دارویی به‌عنوان مواد اولیه دارو، ناتوانی در تولید مصنوعی پاره‌ای از داروهای حیاتی توسط صنایع داروسازی و همچنین اهمیت مواد مؤثره گیاهان دارویی در صنایع پزشکی، غذایی، آرایشی و بهداشتی باعث شده است که توجه و تحقیق پیرامون این دسته از گیاهان از نظر کاشت، تولید و مصرف از اهمیت خاصی برخوردار باشد (Akrami-

Nejad, 2013). عوارض جانبی داروهای شیمیایی و تمایل بشر به استفاده هرچه بیشتر از محصولات طبیعی به‌منظور حفظ سلامت خود و همچنین مشکلات سیستم دارویی مدرن، باعث توجه هرچه بیشتر بشر به گیاهان دارویی شده است (Rahimzadeh *et al*., 2012).

مرزه رشینگری گونه ای جدید است که با گل‌های زرد و کرک‌های پرپشت زیاد و متراکم قابل تشخیص است (Hassanvandi *et al*., 2018). مقدار اسانس در اندام هوایی مرزه متفاوت است و به‌شرایط اقلیمی محل رویش بستگی دارد. مقدار اسانس آن بین ۱٪ تا ۲٪ است (Davoodi, 2016). مهمترین ترکیب‌های شیمیایی اسانس مرزه رشینگری شامل کارواکرول، پاراسیمن، گاما-ترپینن، لیمونن، ۸،۱-سینئول، اورژنول، میرسن و آلفا-توژن می باشد (Mousavi, 2016). کارواکرول، مهمترین ترکیب شیمیایی اسانس مرزه، دارای چندین ویژگی بیولوژیک، ازجمله اثر ضدعفونی‌کننده، ضدالتهاب، ضددرد، ضدباکتریایی، ضدقارچی و ضدمخمری و همچنین آنتی‌اکسیدانتی می باشد (Nooshkam *et al*., 2015). گونه‌هایی که ترکیب کارواکرول بیش از ۵۰٪ اسانس آنها را تشکیل می‌دهد، مثل مرزه خوزستانی، مرزه بختیاری و مرزه رشینگری از نظر تجاری حائز اهمیت هستند و برای کشت و اهلی کردن و بهره‌برداری توصیه می‌شوند (Totonchian, 2011).

کمّیت و کیفیت متابولیت‌های ثانویه تحت تأثیر عوامل ژنتیک و محیطی قرار دارد. کنترل عوامل محیطی به‌صورت کامل میسر نبوده ولی می‌توان با توجه به ابزارها و شیوه های مؤثر مدیریتی اثرهای آن را به گونه‌ای کنترل نمود که گیاه تحت آن شرایط قابلیت بالقوه خود را ظاهر کند و در این بین تاریخ کاشت گیاه نقش اساسی در دستیابی به شرایط مناسب در طول دوره رشد و نمو برای حصول حداکثر عملکرد کمّی و کیفی در گیاهان دارویی ایفاء می‌نماید (Haj seyed hadi *et al*., 2002). زمان کاشت مناسب باعث بهره‌گیری بهینه از عوامل اقلیمی و همچنین تطابق زمان گلدهی با دمای مناسب می‌شود که نتیجه آن افزایش تولید و کیفیت محصول می‌باشد (Khajehpour, 2004). عملکرد هر گیاه زراعی به‌وسیله مقدار تابش خورشیدی دریافت شده اندازه‌گیری می‌شود، هرگونه کاهش در فصل رشد واقعی منجر به از دست رفتن عملکرد بالقوه خواهد شد (Totonchian, 2011). در بررسی چهار تاریخ کاشت (۱۸، ۲۵ فروردین و ۱ و ۸ اردیبهشت‌ماه) روی گیاه مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.) نشان داده شد که بیشترین عملکرد خشک در تاریخ های کاشت ۲۵ فروردین و ۱ اردیبهشت‌ماه حاصل شد (Ziombra & Frazczak, 2008). در طی بررسی سه تاریخ کاشت (۱۵ آبان، ۱۵ اسفند و ۱۵ فروردین‌ماه) در گیاه بابونه آلمانی رقم پرسو نشان داد که تاریخ کاشت ۱۵ اسفندماه و نوبت برداشت دوم دارای عملکرد اسانس و آلفا-بیسابولول بالاتری بود و میزان کامازولن آن مطلوب بوده و کیفیت بالاتری نسبت به سایر برداشت‌ها داشت (Ebadi *et al*., 2010).

نیتروژن و فسفر عناصر غذایی ضروری و اساسی برای گیاهان محسوب می‌شوند و کمیت و کیفیت متابولیت‌های ثانویه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. فسفر یکی از مهمترین عناصر غذایی که به‌مقدار زیاد مورد نیاز گیاه است و به شکل ترکیب‌های آلی و معدنی در طبیعت یافت می‌شود، کمبود فسفر نه تنها بر رشد گیاه تأثیر زیادی دارد بلکه بر تشکیل گل، میوه و بذر و کیفیت آن نیز تأثیرگذار است. نیتروژن عنصری ضروری و اساسی برای گیاهان محسوب می شود و همراه با عناصری مانند کربن، اکسیژن و هیدروژن، مواد ارزشمندی مانند اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک و آلکالوئیدها را تولید می کند، ضمن اینکه وجود کلروفیل نیز وابسته به وجود این عنصر است (Davoodi, 2016). Alizadeh و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که با افزایش میزان کاربرد کود کامل در گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) ارتفاع بوته، عملکرد پیکر رویشی گیاه و اسانس آن افزایش می‌یابد. در مطالعه‌ای، سطوح نیتروژن صفر، ۱۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بر گیاه دارویی ریحان آزمایش شد و نتایج حکایت از این داشت که با افزایش سطح نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم، زیست‌توده گیاه، عملکرد اسانس برگ و شاخص سطح برگ افزایش یافت

(Sifola & Barbieri, 2006). Mumivand و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که کاربرد کود نیتروژن تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، سبب افزایش ارتفاع، وزن خشک، قطر ساقه، سطح برگ و عملکرد اسانس مرزه تابستانه شد ولی ترکیب‌های اسانس تحت تأثیر کود نیتروژن قرار نگرفت. در تحقیقی سطوح مختلف کودهای فسفر (۰، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل) و نیتروژن (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره) بر عملکرد کمّی و کیفی بابونه آلمانی بررسی شد و نتایج نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژن، ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی و عملکرد گل خشک افزایش یافت. به‌طوری که تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۶۰ کیلوگرم فسفر از تیمارهای دیگر از نظر صفات ذکر شده، بهتر عمل کردند (Copetta *et al*., 2006).

Court و همکاران (۱۹۹۳) آثار تاریخ برداشت را روی عملکرد گیاه و کیفیت اسانس نعناع گربه‌ای مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که عملکرد گیاه، عملکرد اسانس و ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس از قبیل منتول، نئومنتول و متیل استات در اسانس همزمان با رشد گیاه افزایش یافته است. البته بیشترین مقدار منتون و ایزومنتون در گیاهان نابالغ یا در حال رشد مشاهده شد.

Aflatuni (۲۰۰۵) گزارش نمود که مقدار و ترکیب اسانس بستگی زیادی به مرحله نمو گیاه و زمان برداشت گیاه نعناع فلفلی دارد. وی همچنین بیان کرد که برداشت زودهنگام و دیرهنگام منجر به کاهش عملکرد برگ‌ها و عملکرد اسانس خواهد شد. زمان برداشت گیاه در مراحل مختلف نمو تأثیر قابل توجهی بر روی صفات زراعی و ترکیب‌ها و محتوای اسانس گیاه نعناع دارد. Maletic و Jevaovic (۱۹۹۸) تغییرات قابل ملاحظه‌ای در برگ‌های خشک، منتوفوران، منتیل استات و لیمونن گیاه نعناع را در برداشت اول (زمان رشد رویشی) و برگ‌های خشک، اسانس و منتون در برداشت دوم (زمان گلدهی) مشاهده کردند.

مرزه رشینگری به‌عنوان گیاه دارویی جدید در ایران مطرح است و تحقیقات محدودی روی این گیاه انجام شده و زمینه‌های مختلف زراعی و به‌زراعی آن قابل بررسی می‌باشد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تاریخ کشت، کود کامل و زمان برداشت بر برخی از صفات کمّی و کیفی گیاه دارویی مرزه رشینگری انجام شد.

جدول ۱- آمار هواشناسی در طول مدت اجرای طرح در سال ۹۷-۱۳۹۶ (ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد)

ماه‌های سال ۱۳۹۷	میزان تبخیر (میلی‌متر)	بارندگی (میلی‌متر)	میانگین رطوبت نسبی (٪)	میانگین درجه حرارت حداقل (°C)	میانگین درجه حرارت حداکثر (°C)
اسفند ۱۳۹۶	۰۰	۶۲/۷	۵۷/۵	۴/۸	۱۸/۷
فروردین	۹۱/۸	۷۰	۵۵/۵	۷/۳	۲۳/۱
اردیبهشت	۱۳۷	۳۲	۶۷/۵	۱۰/۷	۲۳/۶
خرداد	۲۶۳/۹	۱۲/۱	۴۳	۱۵/۳	۳۳/۸
تیر	۳۸۴/۲	۰	۱۸	۲۰/۶	۴۱/۱
مرداد	۳۴۱/۲	۰	۱۷	۲۰/۸	۴۱/۷
شهریور	۳۰۴	۰	۱۹/۵	۱۷/۶	۳۸/۲

جدول ۲- نتایج فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۶۰-۰ سانتی‌متر)

بافت خاک	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی (DS/m)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	آهن	روی	منگنز	مس	سدیم	مولیبدن
							(mg/kg soil)					
سیلتی لوم	۷/۰۵	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۱۱	۲۸۰/۲	۴۴/۸	۹/۸	۰/۹۱۳	۳/۴	۲/۷۸	۴۶۶/۰۲۵	۰/۶۵

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه شرکت داروسازی خُرمان واقع در شهرک صنعتی شماره ۱ شهرستان خرم‌آباد با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۲۵ متر اجرا شد. اطلاعات مربوط به هواشناسی در سال زراعی مربوطه در جدول ۱ بیان گردید.

تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۶۰-۰ سانتی‌متر (جدول ۲) در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انجام شد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل تاریخ کاشت در دو سطح آخر اسفند (۲۹ اسفند) و آخر فروردین (۳۱ فروردین)، کاربرد کود کامل (PLANTFEED) (جدول ۳) به صورت محلول پاشی در زمان رشد رویشی در دو سطح (صفر و دو در هزار) و زمان برداشت در سه سطح (۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۱۸ عصر) بود.

جدول ۳- ویژگی‌های کود کامل مورد استفاده در آزمایش

نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	آهن کلاته با EDTA	روی کلاته با EDTA	مس کلاته با EDTA	منگنز کلاته با EDTA	بور محلول	مولیبدن محلول
۲۰	۲۰	۲۰	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۰۰۵

جدول ۴- میانگین دمای ماه و روز کاشت و برداشت در سال ۹۷-۱۳۹۶ (ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد)

ماه‌های سال	ماه‌های سال	میانگین درجه حرارت
۱۳۹۶-۱۳۹۷	۱۳۹۶-۱۳۹۷	(°C)
اسفند ۱۳۹۶	۲۹ اسفند ۱۳۹۶	۱۲/۴
فروردین ۱۳۹۷	۳۱ فروردین	۱۶/۵
شهریور ۱۳۹۷	ساعت ۸ صبح	۲۸/۴
	ساعت ۱۲ ظهر	۳۶/۶
	ساعت ۱۸ عصر	۲۶/۶

برای آماده‌سازی بستر کاشت گیاه دارویی مرزه، در زمستان سال ۱۳۹۶ عملیات زراعی شخم و دو دیسک عمود بر هم انجام شد. با استفاده از فاروئر جوی و پشته‌هایی به عمق ۲۰ سانتی‌متر ایجاد و فاصله بین بوته‌ها و بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کرت‌هایی با ابعاد ۳×۲ متر ایجاد شد، به‌طوری که فاصله بین کرت‌های فرعی یک متر، فاصله بین کرت‌های اصلی ۲ متر و در هر کرت ۴ خط کاشت لحاظ گردید. برای تهیه نشاء در دهم آبان‌ماه از قسمت خشبی گیاهان سال قبل قلمه‌گیری انجام شد و قلمه‌ها در گلدان‌هایی که به‌همین منظور آماده شده بودند قرار گرفته و در داخل گلخانه نگهداری شدند (در تمامی مراحل تهیه قلمه و نشاء شرایط کاملاً یکسان بوده است). برای هر دو تیمار تاریخ کشت از این نشاءها استفاده گردید که در تیمار تاریخ کشت ۳۱ فروردین نشاءها یک ماه دیرتر به مزرعه منتقل گردیدند.

نشاءهای مرزه روی ردیف‌های کاشت و در عمق ۱۵ سانتی‌متری به‌صورت دستی کشت شدند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر ۷ روز یک‌بار تا آخر فصل رشد انجام شد. مبارزه با علف‌های‌هرز توسط وجین دستی و در چند نوبت انجام گردید.

در طول دوره رشد گیاه با هیچ‌گونه آفت و بیماری روبرو نشد و از علف‌کش و آفت‌کش استفاده نشد. زمان برداشت برای هر دو تیمار تاریخ کاشت ۱۴ شهریور بود، برای اندازه‌گیری صفات کمّی و کیفی گیاه مرزه، به‌صورت تصادفی از هر کرت ۱۰ بوته در ابتدای گلدهی انتخاب شد. پس از تعیین وزن خشک برگ و ساقه، از برگ و سرشاخه گلدار هر نمونه که در سایه خشک شده بودند، ۵۰ گرم برای اسانس‌گیری به آزمایشگاه فرستاده شد. درصد اسانس توسط دستگاه کلونجر مدل HM6-500 به‌روش تقطیر با آب در مدت سه ساعت و نیم اندازه‌گیری شد. عملکرد اسانس نیز از حاصل‌ضرب درصد اسانس در وزن خشک اندام رویشی محاسبه گردید. مقدار و نوع ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس در مجتمع داروسازی خرمان خرم‌آباد با دستگاه‌های کروماتوگراف گازی مدل Shimadzu مدل GC 2010 Plus (کیوتو، ژاپن) به‌همراه طیف‌سنج جرمی مدل Shimadzu Quadruple-MS مدل QP2010 SE اندازه‌گیری شد. ترکیب‌ها بر روی ستون ۳۰ متر× ۰/۲۲ میلی‌متر از هم جدا شدند. ستون مویرگی سیلیسی ذوب شده با فیلم ۰/۲۵ میکرومتر BP-5 (Shimadzu) و انژکتور تقسیم شده / بدون تقسیم با آستر شیشه‌ای با قطر داخلی ۱ میلی‌متر تشکیل شده است.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین تیمارها نیز با آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید.

نتایج

وزن خشک برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۵) داده‌ها نشان داد که تنها اثرهای اصلی تاریخ کاشت و کود در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. بیشترین (۱۴۶۳/۵ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۰۲۶/۵ کیلوگرم در هکتار) وزن خشک برگ براساس مقایسه میانگین اثرهای اصلی تاریخ کاشت به‌ترتیب در تیمارهای آخر فروردین و آخر اسفند بدست آمد (جدول ۶). همچنین مقایسه میانگین اثر اصلی کود کامل در جدول ۴ نشان داد که تیمار مصرف کود کامل (۲ در هزار) نسبت به تیمار عدم مصرف کود کامل وزن خشک برگ را ۲۹/۰۲٪ افزایش داد.

جدول ۵- میانگین مربعات برخی خصوصیات رویشی و مواد مؤثره تحت تأثیر تاریخ کشت، کود کامل و زمان برداشت رقم رشینگری گیاه دارویی مرزه

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	نسبت ساقه به برگ	درصد اسانس	عملکرد اسانس	درصد کارواکرول
تکرار	۲	۹۸۷۰۰/۳	۵۴۴۸۹/۳	۹	۰/۰۳۵۱	۲۳۸/۷	۰/۳۲۸۲
تاریخ کاشت	۱	۱۷۱۸۶۸۱/۶**	۸۳۱۲۵۷/۶**	۲۵۰/۶	۳/۱*	۴۲۲۲/۸**	۸/۱
کود کامل	۱	۸۹۶۴۶۴/۹**	۳۰۹۲۱۰/۱**	۸	۰/۰۲۱۰	۹۸۲/۸**	۳۲/۵**
زمان برداشت	۲	۱۷۲۴۹/۷	۳۲۱/۹	۳۶/۵	۳**	۵۷۴/۴*	۳۵/۵**
تاریخ کاشت × کود	۱	۲۰۵/۸	۹۸۲۷/۴	۷۲/۲	۰/۱۴۳۱	۱۴/۳	۱/۱
تاریخ کاشت× زمان برداشت	۲	۸۴۳/۱	۶۲۴۹۹/۱	۲۷۷/۸	۰/۴۶۵۰	۸۶/۴	۳۶/۲**
کود × زمان برداشت	۲	۱۰۶۸۰۹/۶	۳۹۲۷۰/۳	۷/۱	۰/۴۵۶۱	۳۰۱/۶	۳۶/۶**
تاریخ کاشت × کود ×زمان برداشت	۲	۳۷۶۶۱	۱۲۹۹۳/۷	۵۶/۵	۰/۷۵۵۵	۴۶/۱	۱۹/۴*
خطا	۳۵	۹۶۴۴۲/۴	۳۲۱۲۴/۶	۱۲۳/۳	۰/۵۳۳۵	۱۰۶/۳	۳/۷
ضریب تغییرات (٪)		۲۴/۹۴	۲۶/۷۰	۲۰/۸۵	۱۸/۹۵	۲۱/۵۵	۲/۱۳

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد آزمایش تحت تأثیر تاریخ کشت، کود کامل و زمان برداشت

	تیمارها	وزن خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک ساقه (کیلوگرم در هکتار)	نسبت ساقه به برگ	درصد اسانس	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)	درصد کارواکرول
تاریخ کاشت	آخر اسفند	۱۰۲۶/۵b	۵۱۹/۱b	۵۰/۶۱a	۳/۵۵b	۳۷b	۹۰/۶۷a
	آخر فروردین	۱۴۶۳/۵a	۸۲۳a	۵۵/۸۸a	۴/۱۵a	۵۸/۶a	۹۱/۶a
LSD 5 %		۲۱۴/۶	۱۲۳/۹	۷/۶۷	۰/۵۰۵	۷/۱	۱/۳۴
کود کامل	صفر	۱۰۸۷/۲b	۵۷۸/۴b	۵۲/۷۷a	۳/۸۲a	۴۲/۶b	۹۰/۲b
	۲ در هزار	۱۴۰۲/۸a	۷۶۳/۷a	۵۳/۷۲a	۳/۸۷a	۵۳a	۹۲/۱a
LSD 5 %		۲۱۴/۶	۱۲۳/۹	۷/۶۷	۰/۵۰۵	۷/۱	۱/۳۴
زمان برداشت	صبح	۱۲۸۴/۶a	۶۶۶/۶a	۷/۵۱a	۴/۱۰a	۵۳/۹a	۸۹/۲b
	ظهر	۱۲۴۱/۴a	۶۶۹/۸a	۵۲/۸۳a	۳/۲۰b	۴۰/۳b	۹۱/۵a
	عصر	۱۲۰۹/۱a	۶۷۶/۷a	۵۵/۱a	۴/۱۰a	۴۹/۲a	۹۲/۶a
LSD 5 %		۲۶۲/۹	۱۵۱/۷	۹/۴	۰/۶۱۸۴	۸/۷	۱/۶

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات مورد آزمایش تحت تأثیر اثرهای متقابل دوگانه تاریخ کشت × کود کامل، تاریخ کاشت × زمان برداشت و کود کامل × زمان برداشت

ترکیب تیماری		میانگین مربعات					
تاریخ کاشت	کود کامل	وزن خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک کل ساقه (کیلوگرم در هکتار)	نسبت برگ به ساقه	درصد اسانس	عملکرد اسانس	درصد کارواکرول
آخر اسفند	صفر	۸۷۱/۱c	۴۴۳c	۵۱/۵a	۳/۴b	۳۱/۱c	۸۹/۸b
	۲ در هزار	۱۱۸۱/۹b	۵۹۵/۳bc	۴۹/۶a	۳/۶ab	۴۲/۸b	۹۱/۴ab
آخر فروردین	صفر	۱۳۰۳/۳b	۷۱۳/۸b	۵۴a	۴/۱a	۵۴/۰a	۹۰/۴b
	۲ در هزار	۱۶۲۳/۷a	۹۳۲/۲a	۵۷/۷a	۴/۱ab	۶۳/۲a	۹۲/۷a
آخر اسفند	صبح	۱۰۷۵/۷ bc	۵۹۸bc	۵۴/۶a	۳/۸ab	۴۲/۷bc	۸۶/۸b
	ظهر	۱۰۱۹/۳c	۴۷۳/۶c	۴۷/۳a	۳/۱b	۳۲/۳c	۹۱/۵a
	عصر	۹۸۴/۶c	۴۸۶c	۴۹/۸a	۳/۶b	۳۵/۹c	۹۳/۶a
آخر فروردین	صبح	۱۴۹۳/۶a	۷۳۵/۳ab	۴۸/۸a	۴/۵a	۶۵/۱a	۹۱/۶a
	ظهر	۱۴۶۳/۵a	۸۶۶/۲a	۵۸/۳a	۳/۳b	۴۸/۳b	۹۱/۴a
	عصر	۱۴۳۳/۶ab	۸۶۷/۶a	۶۰/۵a	۴/۵a	۶۲/۵a	۹۱/۷a

جدول ۷- ...

ترکیب تیماری		میانگین مربعات				
تاریخ کاشت	کود کامل	وزن خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک کل ساقه (کیلوگرم در هکتار)	نسبت برگ به ساقه	درصد اسانس	عملکرد اسانس	درصد کارواکرول
صفر	صبح	۱۰۴۲/۱b	۵۰۸/۶c	۵۱/۵a	۴/۲ab	۴۶/۰bc	۸۶/۳b
	ظهر	۱۱۸۵/۲ab	۶۱۸abc	۵۱/۵a	۳/۴bc	۴۰/۹c	۹۲/۰a
	عصر	۱۰۳۴/۴b	۶۰۸/۷bc	۵۵/۳a	۳/۸abc	۴۰/۹c	۹۲/۱a
۲ در هزار	صبح	۱۵۲۷/۲a	۸۲۴/۷a	۵۲a	۴/۱ab	۶۱/۸a	۹۲/۱a
	ظهر	۱۲۹۷/۶ab	۷۲۱/۸abc	۵۴/۱a	۳/۱c	۳۹/۷c	۹۰/۹a
	عصر	۱۳۸۳/۸ab	۷۴۴/۹ab	۵۵a	۴/۳a	۵۷/۶ab	۹۳/۱a

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۸- مقایسه میانگین صفات مورد آزمایش تحت تأثیر اثرهای متقابل سه‌گانه تاریخ کشت× کود کامل× زمان برداشت

ترکیب‌های تیماری	وزن خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک کل ساقه (کیلوگرم در هکتار)	نسبت برگ به ساقه	درصد اسانس	عملکرد اسانس	درصد کارواکرول
a1b1c1	۷۷۹/۴c	۴۴۶/۳de	۵۸/۳a	۳/۸abcd	۳۳/۸cd	۸۲/۸c
a1b1c2	۱۰۲۱/۴bc	۴۷۵cde	۴۶a	۳/۰cd	۳۰/۵d	۹۳/۳a
a1b1c3	۸۱۲/۵c	۴۰۷/۷e	۵۰/۳a	۳/۵bcd	۲۹/۱d	۹۳/۵a
a1b2c1	۱۳۷۲ab	۷۴۹/۶abcd	۵۱a	۳/۸abcd	۵۱/۶b	۹۰/۹ab
a1b2c2	۱۰۱۷/۲bc	۴۷۲/۱cde	۴۸/۶a	۳/۳bcd	۳۴/۱cd	۸۹/۷b
a1b2c3	۱۱۵۶/۶abc	۵۶۴/۲bcde	۴۹/۳a	۳/۷bcd	۴۲/۸bcd	۹۳/۶a
a2b1c1	۱۳۰۴/۷abc	۵۷۰/۸bcde	۴۴/۶ a	۴/۵ab	۵۸/۳ab	۹۰/۰b
a2b1c2	۱۳۴۹ab	۷۶۱/۱abc	۵۷a	۳/۸abcd	۵۱/۲bc	۹۰/۷ab
a2b1c3	۱۲۵۶/۲abc	۸۰۹/۷ab	۶۰/۳a	۴/۱abc	۵۲/۷b	۹۰/۷ab
a2b2c1	۱۶۸۲/۴a	۸۹۹/۸a	۵۳a	۴/۵ab	۷۲a	۹۳/۳a
a2b2c2	۱۵۷۷/۹a	۹۷۱/۴a	۵۹/۶ a	۲/۸d	۴۵/۴bcd	۹۲/۲ab
a2b2c3	۱۶۱۰/۹a	۹۲۶/۶a	۶۰/۶ a	۴/۹a	۷۲/۴a	۹۲/۶ab
LSD 5%	۵۲۵/۸	۳۰۳/۵	۱۸/۸	۱/۲	۱۷/۴	۳/۲

a1 و a2 تاریخ کاشت به‌ترتیب آخر اسفند و آخر فروردین؛ کود کامل b1 و b2 به‌ترتیب صفر و ۲ در هزار؛ زمان برداشت c1، c2 و c3 به‌ترتیب صبح، ظهر و عصر

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۹- ضرایب همبستگی ساده (پیرسون) برخی خصوصیات رویشی و مواد مؤثره تحت تأثیر تاریخ کشت، کود کامل و زمان برداشت بر رقم رشینگری گیاه دارویی مرزه

	همبستگی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	نسبت ساقه به برگ	درصد اسانس	عملکرد اسانس	درصد کارواکرول
وزن خشک برگ	X1	۱					
وزن خشک ساقه	X2	۰/۹۳۰۹۴**	۱				
نسبت ساقه به برگ	X3	۰/۳۳۵۲۰	۰/۶۳۰۱۹*	۱			
اسانس	X4	.۰/۴۱۶۲۰	۰/۳۳۰۶۲	۰/۱۸۸۵۰	۱		
عملکرد اسانس	X5	۰/۸۷۰۳۹**	۰/۷۸۰۶۲**	۰/۳۲۰۸۵	۰/۸۰۶۰۹**	۱	
درصد کارواکرول	X6	۰/۴۲۶۱۰	۰/۳۰۲۷۱	-۰/۲۴۰۳۳	-۰/۰۴۴۴۹	۰/۲۳۱۱۳	۱

با توجه به نتایج جدول ۹، وزن خشک برگ با وزن خشک ساقه (R=۰/۹۳۰۹۴**) و عملکرد اسانس (R=۰/۸۷۰۳۹**) همبستگی بسیار معنی‌دار و مثبت داشت (جدول ۷).

وزن خشک ساقه

از بین تیمارهای مورد آزمایش، اثر اصلی تاریخ کاشت و کود کامل بر وزن خشک ساقه معنی‌دار ($P<۰/۰۱$) بودند (جدول ۴). بیشترین (۸۲۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۵۱۹/۱ کیلوگرم در هکتار) وزن خشک ساقه براساس مقایسه میانگین اثرهای اصلی تاریخ کاشت به‌ترتیب در تیمارهای آخر فروردین و آخر اسفند بدست آمد (جدول ۶).

بیشترین (۷۶۳/۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۵۷۸/۴ کیلوگرم در هکتار) وزن خشک ساقه براساس مقایسه میانگین اثرهای اصلی مصرف کود کامل به‌ترتیب در تیمارهای مصرف کود کامل و عدم مصرف کود (شاهد) بدست آمد (جدول ۶).

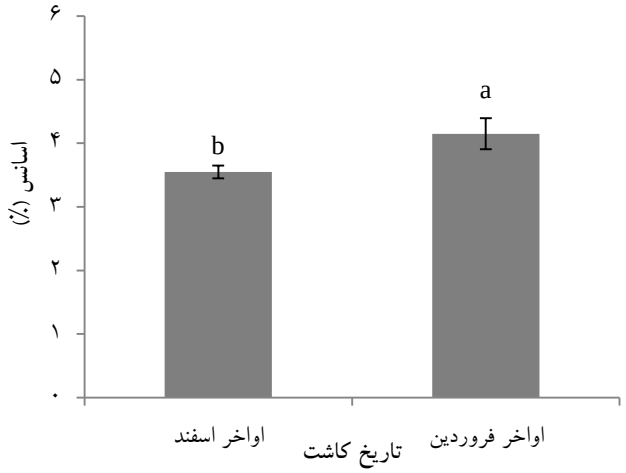
همبستگی صفات نشان داد که وزن خشک ساقه با صفات نسبت ساقه به برگ ($R=۰/۶۳۰۱۹^{*}$) و عملکرد اسانس ($R=۰/۷۸۰۶۲^{**}$) همبستگی معنی‌دار و مثبت داشت (جدول ۹).

نسبت ساقه به برگ

در بررسی نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که صفت نسبت ساقه به برگ تحت تأثیر هیچ‌یک از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۵).

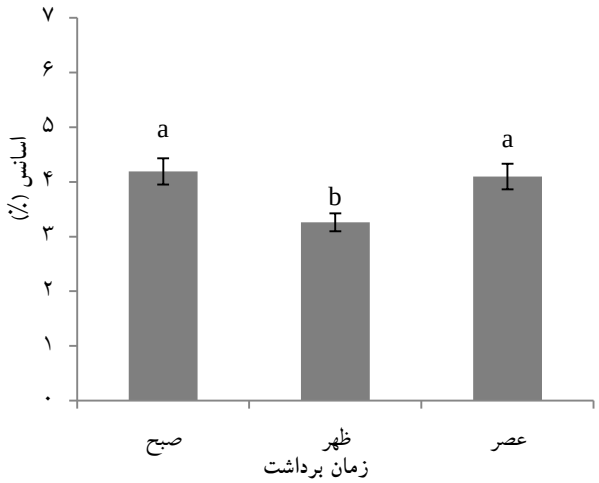
درصد اسانس

طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که تنها اثر اصلی تاریخ کاشت ($P<۰/۰۵$) و زمان برداشت ($P<۰/۰۱$) بر صفت درصد اسانس تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۵). به‌طوری که بیشترین (۴/۱۵) و کمترین (۳/۵۵) درصد اسانس براساس مقایسه میانگین اثرهای اصلی تاریخ کاشت به‌ترتیب در تیمارهای آخر فروردین و آخر اسفند بدست آمد (شکل ۱ و جدول ۶).



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد اسانس تحت تأثیر تیمار تاریخ کاشت (بارهای روی میله‌ها ±SE می‌باشد)

همان‌طور که ملاحظه می‌گردد بیشترین (۴/۱۹) و کمترین (۳/۲۶) درصد اسانس براساس مقایسه میانگین اثرهای اصلی زمان برداشت به‌ترتیب در تیمارهای زمان برداشت صبح و زمان برداشت ظهر بدست آمد (شکل ۲ و جدول ۶).



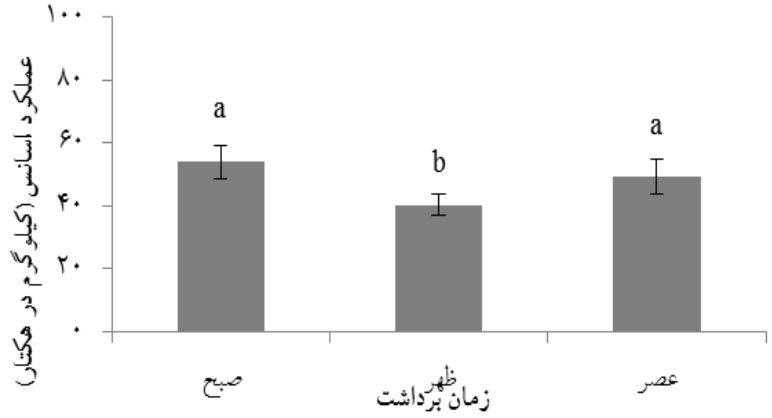
شکل ۲- مقایسه میانگین درصد اسانس تحت تأثیر تیمار زمان برداشت (بارهای روی میله‌ها ±SE می‌باشد.)

عملکرد اسانس

اثرهای اصلی تاریخ کاشت ($P<۰/۰۱$)، کود کامل ($P<۰/۰۱$) و زمان برداشت ($P<۰/۰۵$) بر عملکرد اسانس معنی‌دار بودند (جدول ۵). بیشترین (۵۸ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۳۷ کیلوگرم در هکتار) عملکرد اسانس براساس مقایسه میانگین اثرهای اصلی تاریخ کاشت به‌ترتیب در تیمارهای تاریخ کاشت آخر اسفند و آخر فروردین بدست آمد (جدول ۶).

همان‌طور که ملاحظه گردید بیشترین (۵۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۴۲/۶ کیلوگرم در هکتار) عملکرد اسانس براساس مقایسه میانگین اثرهای اصلی مصرف کود کامل به‌ترتیب در تیمارهای مصرف کود کامل و عدم مصرف کود (شاهد) بدست آمد (جدول ۶).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین (۵۳/۹۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۴۰/۳۴ کیلوگرم در هکتار) عملکرد اسانس براساس مقایسه میانگین اثرهای اصلی زمان برداشت به‌ترتیب در تیمارهای زمان برداشت صبح و زمان برداشت ظهر بدست آمد (شکل ۳ و جدول ۶).

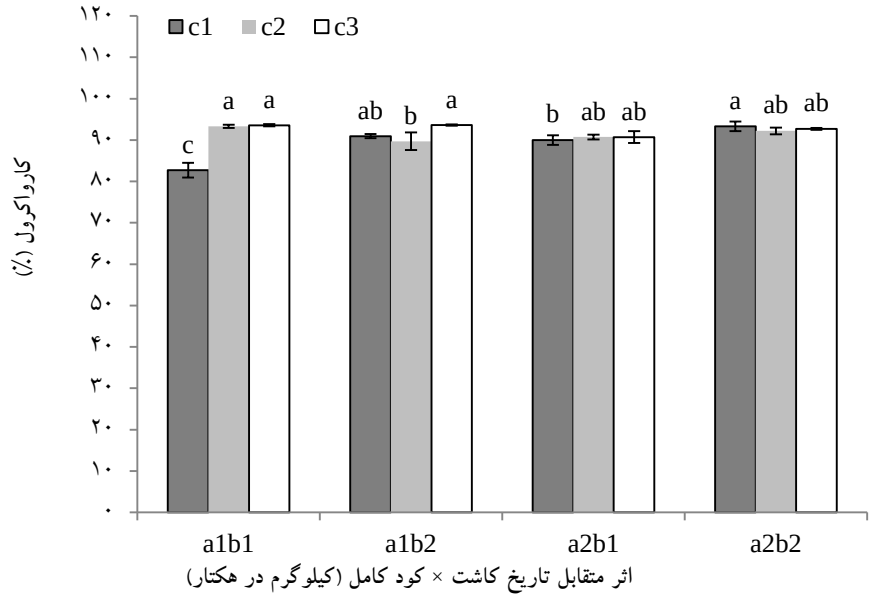


شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد اسانس تحت تأثیر تیمار زمان برداشت (بارهای روی میله‌ها ±SE می‌باشد.)

نتایج جدول همبستگی ۹ نشان داد که صفت درصد اسانس با عملکرد اسانس همبستگی (R=۰/۷۸۰۶۲**) مثبت و بسیار معنی‌داری دارد.

درصد کارواکرول

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۵)، اثر اصلی تاریخ کاشت و زمان برداشت، برهم‌کنش دوگانه تاریخ کاشت × کود کامل، تاریخ کاشت × زمان برداشت و کود کامل × زمان برداشت و برهم‌کنش سه‌گانه تاریخ کاشت × کود کامل × زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر این صفت داشتند. همان‌طور که در شکل ۴ دیده می‌شود بیشترین (۹۳/۷) و کمترین (۸۲/۸) درصد کارواکرول براساس مقایسه میانگین برهم‌کنش‌های سه‌گانه به‌ترتیب در تیمارهای تاریخ کاشت آخر اسفند × مصرف کود کامل × زمان برداشت عصر و تاریخ کاشت آخر اسفند × عدم مصرف کود (شاهد) × زمان برداشت صبح بدست آمد (جدول ۶).



شکل ۴- مقایسه میانگین درصد کارواکرول تحت تأثیر اثرهای متقابل تاریخ کاشت، کود کامل و زمان برداشت

(a1 و a2 به‌ترتیب تاریخ کاشت آخر اسفند و آخر فروردین؛ b1 و b2 به‌ترتیب کود کامل (صفر و ۲ در هزار کود کامل)؛ C1، C2 و C3 به‌ترتیب زمان برداشت (صبح، ظهر و عصر)

بحث

امروزه به‌خوبی اثبات شده است که رشد و نمو و کمّیت و کیفیت مواد مؤثره تحت تأثیر برهم‌کنش دو دسته از عوامل (عوامل ژنتیک و عوامل بیرونی و محیطی) قرار دارند. ویژگی‌های عمومی گیاه به‌ویژه در سطح ژن‌ها یعنی جایی که آنزیم‌های کنترل‌کننده مسیرهای بیوشیمیایی مختلف، رشد و نمو و عملکرد کلی گیاه را تحت تأثیر خود قرار می‌هند، تعیین می‌گردد. ازاین‌رو، ساختار ژنی هر گونه گیاهی، نقش پررنگ و مهمی را در رشد و نمو آن بر عهده دارد که تا حدود بسیار زیادی منحصر به همان گونه می‌باشد (Azadeh *et al.*, 2020). به‌عنوان مثال، تحقیقات نشان می‌دهد که صرف‌نظر از موقعیت جغرافیایی و شرایط محیطی، کارواکرول یکی از ترکیب‌های اصلی اسانس گونه مرزه رشینگری است، از این رو این گونه به‌عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند، در صنایع مختلف دارویی، غذایی و آرایشی و بهداشتی به فراوانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از سوی دیگر، کمّیت و کیفیت رشد در گیاهان دارویی به میزان زیادی تحت تأثیر عوامل محیطی و بیرونی گیاه است. شرایط کشت و عوامل مدیریتی در زمان رشد گیاهان زراعی ازجمله زمان و شیوه کشت، نوع و میزان تغذیه و آبیاری گیاه و همچنین زمان برداشت نه‌تنها بر عملکرد کمّی گیاه مؤثر هستند، بلکه کیفیت اجزای رشد را نیز به میزان زیادی تحت تأثیر خود قرار می‌دهند (Tavallali *et al.*, 2019). بیوسنتز ترکیب‌های فیتوشیمیایی اسانس‌ها ترکیب‌هایی ذاتاً ناهمگن هستند و سنتز آنها در گیاه طی مسیرهای متابولیک متنوعی انجام می‌شود که محیط پیرامون گیاه این مسیرها را به شکل‌های مختلفی تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج نشان داد که تعویق در کاشت گیاه مرزه رشینگری (کاشت نشاء در اواخر فروردین) بهبود ویژگی‌های کلی صفات مورد مطالعه را در پی داشت و طی آن عملکرد ماده خشک بوته (برگ و ساقه) نسبت به تاریخ کاشت آخر اسفند بیشتر بود. یافته‌های حاصل از این تحقیق با نتایج حاصل از مطالعات انجام شده بر روی مرزه (Mohammadpour *et al.*, 2013)، ترخون (Jadczak & Grzeszczuk, 2008) و اسفرزه (Moosavi *et al.*, 2012) مطابقت داشت، در حالی‌که شنبلیله (Seghatoleslami & Ahmadi Bonakdar, 2010) و چای ترش (Seghatoleslami *et al.*, 2013) پاسخ متفاوتی به تعویق در تاریخ کاشت نشان دادند. علاوه‌بر آن، تأخیر در تاریخ کاشت افزایش درصد و عملکرد تولید اسانس را در پی داشت. با توجه به این نتایج می‌توان چنین برداشت کرد که احتمالاً تاریخ کشت مناسب با توجه به منشأ و نوع گیاه متفاوت می‌باشد و در مورد مرزه رشینگری احتمالاً تعویق در تاریخ کاشت نتایج بهتری را از نظر عملکرد ماده خشک بوته و درصد و عملکرد اسانس به همراه خواهد داشت. احتمالاً افزایش دمای هوا و خاک محل رشد شرایط را برای آغاز فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه مساعد نموده و آنها را تسریع می‌نماید. در دمای مناسب خاک، فعالیت ریشه‌ها بهبود یافته و قدرت جذب آب و مواد غذایی در گیاه بهبود می‌یابد که در نتیجه آن سرعت رشد و میزان تجمع ماده خشک در گیاه به شکل مطلوبی تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از منبع تغذیه کود کامل تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های مورد بررسی (وزن خشک برگ، ساقه، عملکرد اسانس و درصد کارواکرول) داشت. وجود یا عدم وجود مواد غذایی از طریق تأثیر بر فرایندهای فیزیولوژیک مهم گیاهی مانند فتوسنتز و همچنین تأثیر بر مسیرهای بیوشیمیایی سنتز ترکیب‌های مختلف فیتوشیمیایی رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند (Tavallali *et al.*, 2019). مینرال‌های معدنی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در سنتز و رشد روغن‌های ضروری گیاهان دارویی برای ساخت ترکیب‌های آلی مانند اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و نوکلئیک‌ها ضروری و با اهمیت است (Hafsi *et al.*, 2014). نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی است که نقش مهمی در رشد و نمو و تولید ماده خشک گیاه ایفا می‌کند. کمبود نیتروژن باعث کاهش کارایی فتوسنتز، وزن خشک گیاه، شاخص سطح برگ، میزان پروتئین‌ها و تأخیر در رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شود. زمانی که گیاه به اندازه کافی نیتروژن در اختیار داشته باشد، سرعت فتوسنتز آن افزایش یافته و گیاه قادر است که سریعتر رشد نماید و زیست‌توده بیشتری تولید کند. علاوه‌براین کاربرد کود نیتروژن در خاک به جذب بهتر فسفر و پتاسیم نیز کمک می‌کند که در افزایش رشد گیاه تأثیرگذار می‌باشد (Ashraf *et al.*, 2005). کاربرد غلظت‌های بالای فسفر تأثیر مثبتی بر پارامترهای رشد گیاهان دارند (Minev, 2020). فسفر یک ماده مغذی ضروری برای رشد، عملکرد و افزایش کیفیت محصولات گیاهیست (Ahl & Abdou, 2009). پتاسیم یک عنصر مهم در متابولیسم گیاه است که باعث تقویت کربوهیدرات، چربی و سنتز پروتئین، افزایش عملکرد محصول و بهبود کیفیت محصولات تازه می‌گردد. علاوه‌براین، پتاسیم توانایی گیاهان را برای مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها فراهم می‌کند، همچنین پتاسیم به‌عنوان کوفاکتور آنزیم‌ها، ازجمله آنزیم‌های مربوط به سنتز روغن ضروری عمل می‌کند (Hafsi *et al.*, 2014).

نتایج حکایت از همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن خشک

برگ و ساقه مرزه با درصد و عملکرد اسانس دارد، از سوی دیگر عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و عملکرد ماده خشک اندام هوایی به‌عنوان اندام تولید و ذخیره‌کننده اسانس می‌باشد و هر گونه افزایش در این ویژگی‌ها افزایش عملکرد اسانس را در پی خواهد داشت (Mumivand *et al*., 2011). نتایج حاصل از تحقیقات سایر پژوهشگران بر روی گیاهان دارویی مختلفی ازجمله مرزه (Makizadeh Tafti *et al*., 2012؛ Mumivand *et al*., 2011؛ Alizadeh *et al*., 2010)، همیشه‌بهار (Tabatabaie *et al*., 2011)، ریحان (Ajimoddin *et al*., 2005؛ Dadvand-Sarab *et al*., 2009) و رزماری (Moradi Marjaneh *et al*., 2017) در تأیید یافته‌های حاصل از این پژوهش می‌باشد. استفاده از کود کامل در بهبود عملکرد اسانس در گیاه مرزه ضروری به نظر می‌رسد (Ezz El-Din & Hendawy, 2010). کاربرد نیتروژن در گیاه دارویی گشنیز باعث افزایش ترکیبات ضروری مانند آلفا-پینن، کامفور و آلفا-ترپنین‌ها شده است (Izgi, 2020). با افزایش کودهای (نیتروژن و فسفر) باعث افزایش میزان مواد مؤثره لینول، لیمونن و کامفور در گشنیز گردید (Khalid, 2015). کاربرد کودهای نیتروژن و پتاسیم باعث افزایش عملکرد روغن‌های ضروری در گیاه جعفری شد (El Gendy *et al*., 2015). کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کود پتاسیم در گیاه دارویی اسطوخودوس باعث افزایش ترکیب‌های ۸،۱-سینیول، برونوول، کامفور، آلفا-ترپینول و میرتینال شد (Chrysargyris *et a*l., 2017).

امروزه ثابت شده است که نه‌تنها تاریخ برداشت بر کمّیت و کیفیت مواد مؤثره در گیاهان دارویی مؤثر است، بلکه زمان برداشت در شبانه‌روز نیز به میزان زیادی این ویژگی‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ramezani *et al*., 2009؛ Bitu *et al*., 2015). در این مطالعه تغییرات (کاهش/افزایش) میزان اسانس در طول ساعات روز با توجه به زمان برداشت متفاوت بود و بیشترین میزان اسانس در برداشت صبح بدست آمد. از نظر ویژگی‌های دارویی، مهمترین ویژگی مورد نظر برای پرورش مرزه رشینگری، دستیابی به بالاترین میزان ممکن ماده مؤثره کارواکرول می‌باشد. براساس نتایج، بیشترین میزان کارواکرول اسانس در تاریخ کاشت آخر اسفند در شرایط استفاده از تیمار کود کامل و در زمان برداشت عصر بود. در این ارتباط به نظر می‌رسد که دو عامل تغذیه گیاه با کود کامل و تنظیم زمان برداشت در شبانه‌روز نسبت به عامل تاریخ کاشت تأثیر بیشتری بر روی میزان کارواکرول گیاه مرزه داشته است. عملکرد کارواکرول به‌عنوان میزان کارواکرول × عملکرد اسانس تعریف می‌گردد. بنابراین، با توجه به نتایج بدست‌آمده می‌توان از نظر زمانی تاریخ کاشت آخر اسفند و زمان برداشت عصر را به‌عنوان زمان مناسب کاشت و برداشت گیاه مرزه در نظر گرفت. در مجموع و با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که برای بدست آوردن و پرورش گیاه دارویی مرزه رشینگری حاوی بیشترین میزان اسانس با بیشترین مقدار کارواکرول، استفاده از اقدامات مدیریتی بهینه در سه حوزه کاشت، داشت و برداشت ضروری به نظر می‌رسد. در حوزه این پژوهش، تنظیم زمان کاشت (اواخر اسفند)، تغذیه گیاه با کود کامل و برداشت عصرگاهی گیاه مرزه رشینگری می‌تواند باعث تضمین تولید اسانس با بالاترین کمّیت و کیفیت ممکن گردد.

منابع مورد استفاده

- Ashraf, M., Ali, Q. and Rha, E.S., 2005. The effect of applied nitrogen on the growth and nutrient concentration of Kalonji (*Nigella sativa*). Australian Journal of Experimental Agricalture, 45(4): 459-463.
- Aflatuni, A., 2005. The Yield and Essential Oil Content of Mint (*Mentha* spp.) In Northern Ostrobothnia. Ph.D. Thesis, University of Oulu.
- Ahl, S.A. and Abdou, M.A.A., 2009. Impact of water stress and phosphorus fertilizer on fresh herb and essential oil content of dragonhead. International Agrophysics, 23(4): 403-407.
- Ajimoddin, I., Vasundhara, M., Radhakrishna, D., Biradar, S.L. and Rao, G.G.E., 2005. Integrated nutrient management studies in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Indian Perfume, 49(1): 95-101.
- Akrami-Nejad, O., 2013. Investigation the effects of organic and chemical fertilizers on morphological, physiological characters and extracts of two Savory (*Satureja hortensis* L.) locals under normal and droght condition. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture,

(*Anthriscus cerefolium* L.). Industrial Crops and Products, 69: 167-174.
- Ezz El-Din, A.A. and Hendawy, S.F., 2010. Comparative efficiency of organic and chemical fertilizers on herb production and essential oil of lovage plants grown in Egypt. American-Eurasian Journal Agriculture and Environment, 8(1): 60-66.
- Hafsi, C., Debez, A. and Abdelly, C., 2014. Potassium deficiency in plants: effects and signaling cascades. Acta Physiologiat Plantarum, 36: 1055-1070.
- Haj seyed hadi, S.M.R., KHodabande, N., Yasa. N. and Darzi, M.T., 2002. Effects of sowing date and plant density on flower yield and active substance in Chamomile. Agrobreed Journal, 4(3): 208-218.
- Hassanvandi, F., Jafari, A. and Ahmadi, Sh., 2018. Study of dry matter yield, and essential oil percent in three species of *Saturja* (*S. rechingeri*, *S. khuzestanica* and *S. mutica*) in Khorramabad climatic conditions. Journal of Yafte, 19(5): 1-8.
- Izgi, M.N., 2020. Effects of nitrogen fertilization on Coriander (*Coriandrum sativum* L.) yield and quality characteristics. Appled Ecology and Environmental Research, 18(5): 7323-7336.
- Jadczak, D. and Grzeszczuk, M., 2008. Effect of a sowing date on the quantity and quality of the yield of tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) grown for a bunch harvest. Journal of Elementology, 13(2): 221-226.
- Khajehpour, M.R., 2004. Principles and Fundamentals of Agronomy. Jihad University Press, Isfahan University of Technology, 386p.
- Khalid, K.A., 2015. Effect of macro and micro nutrients on essential oil of coriander fruits. Journal of Materials and Environmental Science, 6(8): 2060-2065.
- Makizadeh Tafti, M., Chaichi, M.R., Naghdiabadi, H.A., Soultani Miri, G. and Asiylan, K.S., 2012. Effect of biofertilizers on growth, yield and composition of essential oil Satureja (*Satureja rechingeri* Jamzad). Journal of Plant and Biomass Research, 8(2-31): 27-37.
- Maletic, R. and Jevaovic, R., 1998. Influence of locality and planting and harvesting period on the yield and mint leaves (*Mentha piperita*, Micham) and its essential oil. Review of Research Work at the Faculty of Agricultural Poljopriverdni, 43(2): 75-82.
- Minev, M., 2020. Effects of foliar fertilization on growth, development and production of flowers and essential oil on Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.). Scientific Papers. Series A. Agronomy, 63: 415-421.
- Mohammadpour, M., Ghasemnejad, A., Lebaschy, M.H., Abbaszadeh, B. and Azadbakht, M., 2013. Effects of sowing date and plant density on morphological characteristics and yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.). Iranian Journal of Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Bahonar University of Kerman.
- Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O., Tafazoli, E. and Khalighi, A., 2010. Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in (*Satureja hortensis* L.) cultivated in Iran. Academic Journals, 4(1): 33-40.
- Azadeh, Z., Saeidi, K., Lorigooini, Z., Kiani, M. and Maggi, F., 2020. Organ-oriented phytochemical profiling and radical scavenging activity of *Alcea* spp. (Malvaceae) from Iran. SN Applied Sciences, 2: 1-9.
- Bitu, V.D.C.N., Martins da Costa, J.G., Rogrigues, F.F.G., Colares, A.V., Coutinho, H.D.M., Botelho, M.A., Portela, A.D.C., de Santana, N.M. and Menezes, I.R.A., 2015. Effect of collection time on composition of essential oil of *Lippia gracilis* Schauer (Verbenaceae) growing in Northeast Brazil. Journal of Essential Oil BearingOil-Bearing Plants, 18(3): 647-653.
- Chrysargyris, A., Drouza, C. and Tzortzakis, N., 2017. Optimization of potassium fertilization/nutrition for growth, physiological development, essential oil composition and antioxidant activity of *Lavandula angustifolia* Mill. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 17(2): 291-306.
- Copetta, A., Lingua, G. and Berta, G., 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza, 16: 485-494.
- Court, W.A., Roy, R.C., Pocs, R., More, A.F. and White, P.H., 1993. Optimum nitrogen fertilizer rate for peppermint (*Mentha piperita* L.) In Ontario, Canada. Journal of Essential Oil Research, 5(6): 663-666.
- Dadvand-Sarab, M.R., Naghdi-Badi, H., Nasri, M., Maki-Zade, M. and Omidi, H., 2009. Changes in the amount of essential oil and the performance of the medicinal plant of basil (*Ocimum basilicum* L.) under the influence of density and nitrogen fertilizer. Journal of Medicinal Plants, 7(27): 60-70.
- Davoodi, S., 2016. Effect of Chemical, Biological and Organic Fertilizers on Quantity and Quality of Essential oil of Savory (*Satureja hortensis*). M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Ilam University.
- Ebadi, M., Azizi, M., Omidbaigi, R. and Hassanzadeh Khayyat, M., 2010. Effect of sowing date and harvest frequency on flower yield, essential oil percent and composition of chamomile (*Matricaria recutita* L.) CV. Presov. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 26(2): 214-226.
- El Gendy, A.G., El Gohary, A.E., Omer, E.A., Hendawy, S.F., Hussein, M.S., Petrova, V. and Stancheva, I., 2015. Effect of nitrogen and potassium fertilizer on herbage and oil yield of chervil plant

changes in essential oil content of coriander (*Coriandrum sativum* L.) aerial part from Iran. Research Journal of Biological Sciences, 4(1): 103-106.
- Seghatoleslami, M.J. and Ahmadi Bonakdar, Kh., 2010. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum gracum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 26(2): 265-274.
- Seghatoleslami, M.J., Mosavi, S.G. and Barzegaran, T., 2013. Effect of irrigation levels and planting date on yield and water use efficiency of *Hibiscus sabdariffa* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 29(1): 145-156.
- Sifola, M.I. and Barbieri, G., 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. Scientia Horticulturae, 108(4): 408-413.
- Tabatabaie, R., Amini Dehaghi, M., Shahmoradi, M. and Kaviani Ahangar, F., 2011. Effects of planting date and different amounts of nitrogen fertilizer on the yield and yield components of two marigold varieties (*Calendula officinalis*). Journal of Crop Science, 4(5): 103-117.
- Tavallali, V., Kiani, M. and Hojati, S., 2019. Iron nano-complexes and iron chelate improve biological activities of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Plant Physiology and Biochemistry, 144: 445-454.
- Totonchian, S., 2011. Qualitative and quantitative study of *Saturjea sahendica* Bornm. in cultivated condition. M.Sc. Thesis Plant science. Faculty of science, Department of biology. Tehran Payame Noor university.
- Ziombra, M. and Frazczak, B., 2008. Effect of sowing and harvest date on yielding in summer savory (*Satureja hortensis* L.) herbage. Nauka Przyroda Technologie, 2(1): 1-5.

Medicinal and Aromatic Plants Research, 29(3): 622-634.
- Moosavi, S.G.R., Segatoleslami, M.J. and Pooyan, M., 2012. Effect of planting date and plant density on yield and seed yield Components of Plantago ovata. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 27(4): 681-699.
- Moradi Marjaneh, E., Mohammad Galavi, M., Mahmood Ramroudi, M. and Mahmood Solouki, M., 2017. Investigating of some quantitative and physiological characteristics in rosemary as affected by biological and chemical fertilizers at different cuts. Journal of Agricultural Crops Production, 4(19): 1062-1075.
- Mousavi, Z., 2016. The effect of drought stress on physiological characteristics and changes in the quality and quantity of essential oil of *Satureja rechingeri.* M.Sc. Thesis. Lorestan University, Faculty of Science, Departmant of Biology.
- Mumivand, H., Babalar, M., Hadian, J. and Fakhr-Tabatabaei, M., 2011. Plant growth and essential oil content and composition of *Satureja hortensis* L. cv. Saturn in response to calcium carbonate and nitrogen application rates. Journal of Medicinal Plants Research, 5(10): 1859-1866.
- Nooshkam, A., Majnoon Hosseini, N., Hadian, J., Jahansooz, M.R., Khavazi, K., Saleh nia, A.N. and Hedayatpoor, S., 2015. Investigation of effect of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of medicinal plant of khuzestan saturejad (*Satureja khuzistanica* Jamzad). Crop Production Journal, 8(4): 87-103.
- Rahimzadeh, S.T., Sohrabi, Y., Heydari, G.R. and Pirzad, A.R., 2012. The effect of application of biofertilizers on some morphological characteristic and yield of *Dracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Horticultural Science, 25(3): 335-343.
- Ramezani, S., Ramezani, M., Jahanban, R., Mohajeri, F., Rezaei, M.R. and Solaimani, B. 2009. Diurnal

Effects of planting date, full fertilizer, and harvest time on quantitative and qualitative yield of *Satureja rechingeri* Jamzad

M. Nosrati Momvandi[1], E. Zeid Ali[2*], M.J. Zarea[3], H. Mumivand[4] and M. Kiani[5]

1- Ph.D. student, Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2*- Corresponding author, Department of Agriculture and Plant Breeding Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
E-mail: e.zeidali@ilam.ac.ir
3- Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
4- Department of Horticulture Science, Lorestan University, Khorramabad, Iran
5- Faculty of Medicinal Plants, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran

Received: February 2020 Revised: January 2021 Accepted: February 2021

Abstract

To investigate the effects of planting date (March 20 and April 21), full fertilizer (PLANTFEED) (zero and two per thousand), and harvest time (8 am, 12 noon, and 19 pm) on the quantitative and qualitative yield (leaves and stems dry weight, stems to leaves ratio, yield and percentage of essential oil, and carvacrol percentage) of *Satureja rechingeri* Jamzad, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in 2017. Based on the results, all the mentioned traits except the stems to leaves ratio were affected by planting date and full fertilizer treatment. The planting date of April 21 and the application of full fertilizer increased all the studied traits except the carvacrol percentage and the stems to leaves ratio. The morning harvest time treatment increased the percentage and essential oil yield. The highest percentage of carvacrol (93.66%) was obtained in the triple interaction of planting date (March 20) × full fertilizer (two per thousand) × harvest time (evening) and the lowest one (82.77%) was obtained in the triple interaction of planting date (March 20) × no fertilizer application × harvest time (morning). The results showed that in the planting date of April 21 treatment, the application of full fertilizer caused better results in most of the mentioned traits. Also, the morning and evening harvest treatments caused the highest percentage and essential oil yield and carvacrol percentage.

Keywords: Essential oil, carvacrol, fertilizer, *Satureja rechingeri* Jamzad.