



## بهره‌زایی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

صفحه‌های ۹۵۹-۹۴۷

DOI: 10.22059/jci.2021.326558.2577

مقاله پژوهشی:

### بررسی تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis* L.)

مه‌دی حیدری رهنی<sup>۱</sup>، محمد نصری<sup>۲</sup>، یوسف فیلی‌زاده<sup>۳\*</sup>، پورنگ کسرای<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت و آگرواکولوژی، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا، ورامین، ایران.

۲. دانشیار، گروه زراعت و آگرواکولوژی، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا، ورامین، ایران.

۳. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

۴. استادیار، گروه زراعت و آگرواکولوژی، دانشکده تحصیلات تکمیلی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا، ورامین، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۲۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۰۹

#### چکیده

در این مطالعه تأثیر کود شیمیایی اوره در پنج سطح (صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کودهای زیستی نیتروکسین و فسفر بارور ۲ هر کدام در دو سطح تلقیح و شاهد (عدم تلقیح) بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی سنبل‌الطیب نظیر درصد اسید والرینیک، عملکرد اسید والرینیک، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام‌های هوایی، قطر ریشه، طول ریشه و عرض و طول برگ در سال‌های ۹۹-۱۳۹۵ مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش در مزرعه گیاهان دارویی مجتمع کشاورزی هومند آبرسد دماوند مزارع نوین ایرانیان به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد کودهای زیستی و شیمیایی با تأثیر معنی‌دار بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی سنبل‌الطیب، باعث کاهش اسید والرینیک شدند، اما با افزایش عملکرد ماده خشک مقدار آن در واحد سطح افزایش یافت. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار اسید والرینیک (درصد) به ترتیب در شاهد (۰/۴۶۵ درصد) و تیمار کاربرد هم‌زمان کود اوره، نیتروکسین و فسفر بارور ۲ (۰/۲۲۲ درصد) به دست آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین وزن خشک ریشه به ترتیب در تیمار کاربرد هم‌زمان کود اوره، نیتروکسین و فسفر بارور ۲ (۶۶۵ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (۲۱۴/۹۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. این آزمایش نشان داد که کودهای زیستی با افزایش معنی‌دار عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی سنبل‌الطیب، جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی در بالابردن کیفیت ترکیبات مؤثره آن‌ها محسوب می‌شوند.

**کلیدواژه‌ها:** اسید والرینیک، تغذیه گیاهی، عملکرد ریشه، کودهای زیستی، گیاهان دارویی.

### Effect of Chemical and Biofertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Valerian (*Valeriana officinalis* L.)

Mehdi Heydari-Rahni<sup>1</sup>, Mohammad Nasri<sup>2</sup>, Yousef Filizadeh<sup>3\*</sup>, Pourang Kasraie<sup>4</sup>

1. Ph.D. Student, Department of Agronomy, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

2. Associate Professor, Department of Agronomy, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

3. Associate Professor, Department of Agronomy, Shahed University, Tehran, Iran.

4. Assistant Professor, Department of Agronomy, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

Received: August 31, 2021

Accepted: October 20, 2021

#### Abstract

The effects of chemical fertilizer of urea in 5 levels (0, 30, 60, 90 and 150 kg ha<sup>-1</sup>) and biofertilizers in 4 levels (Nitroxin, Phosphate barvar2, mixed of both and control) on quantity and quality yield of valerian are studied during 2016 to 2020. Measured parameters include valernic acid (percent), valernic acid (g ha<sup>-1</sup>), root dry weight (kg ha<sup>-1</sup>), shoot dry weight (kg ha<sup>-1</sup>), root diameter (mm), root length (cm), leaf width (cm), and leaf length (cm). This study is carried out at the Homad-Absard Agricultural Complex in Damavand city, Tehran Province, Iran, as factorial layout based on a randomized complete blocks design with 3 replications. Results show that the biofertilizers have had a significant effect (p<0.01) on the all quantity and quality parameters studied. Unlike the urea chemical fertilizer at all levels, which have had a negative effect on the yield and amount of valernic acid (percent), bio-fertilizers has increased it. Maximum and minimum amount of valernic acid (percent) are measured in control and 150 kg ha<sup>-1</sup> urea, respectively. The highest root dry weight belongs to interaction of Nitroxin+ Phosphate barvar2+150 kg urea (665 kg ha<sup>-1</sup>) and control (221 kg ha<sup>-1</sup>) respectively. Results of this experiment show that biofertilizers with positive effects on the parameters are able to replace the chemical fertilizers.

**Keywords:** Biofertilizer, medicinal plants, plant nutrition, root yield, valernic acid.

## ۱. مقدمه

استفاده روزافزون از گیاهان دارویی در صنایع دارویی، بهداشتی و آرایشی اهمیت کشت و تولید این گیاهان را در سطح جهان افزایش داده است. تقاضا برای تولید گیاهان دارویی بعد از آگاهی از عوارض داروها و ترکیبات شیمیایی به‌طور چشم‌گیری در قرن حاضر میلادی افزایش یافته است. گیاهان دارویی و ترکیبات مؤثره آن‌ها براساس گزارش سازمان بهداشت جهانی توسط بیش از ۸۰ درصد از جمعیت جهان برای سلامتی و سایر کاربردها مورد استفاده قرار می‌گیرند (WHO, 2010; Kwiatkowski, 2010; Bauer & Brönstrup, 2014). سازمان بهداشت جهانی گیاهان دارویی را ظرفیتی مهم برای جایگزینی سیستم‌های دارویی شیمیایی در راستای تضمین سلامت کشورهای سنتی و در حال توسعه معرفی کرده است (Fitzgerald et al., 2020). مجموع گونه‌های گیاهی اهلی شده و وحشی دارای ظرفیت استفاده به‌عنوان گیاه دارویی حدود ۲۸۰۰۰ بوده که تنها ۱۶ درصد (۴۴۷۸ گیاه) در برنامه‌های دارویی قادر به گسترش هستند (Van Wyk & Wink, 2018). در حال حاضر تنها ۹۰۰ گونه گیاه دارویی کاشته و یا از محیط طبیعی برداشت می‌شود و برای حفاظت از ارزش جهانی و تنوع زیستی گیاهان دارویی، کاشت آن‌ها به‌عنوان دیدگاهی اقتصادی مطرح می‌باشد (Akerle et al., 2009; van Wyk & Wink, 2018; Jamshidi-Kia et al., 2018). ترکیبات مؤثر گیاهان دارویی شامل فنل‌ها و یا مشتقات جانشین اکسیژن نظیر تانن‌ها بوده و آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، ساپونین‌ها متابولیت‌های ثانویه دیگری می‌باشند (Fernandez et al., 2007; Damjanović et al., 2015; Jugran et al., 2010; al., 2010). نتایج پژوهش‌های Naghdi Badi et al. (2013) روی تأثیر کودهای زیستی فسفره روی کمیت و کیفیت گیاه دارویی سنبل‌الطیب

نشان داد که درصد و عملکرد اسید والرینیک و وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین بررسی‌های Markovacki & Milic (2001) و Javan Gholiloo et al. (2019) نشان داد که کودهای زیستی میکوریزا (*Mycorrhiza* sp.)، ازتوباکتر (*Azotobacter* sp.)، آزوسپیریلوم (*Azospirillum* sp.) و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر میزان اسانس گیاه دارویی سنبل‌الطیب ایجاد کرد. یافته‌های Adamczyk-Szabela et al. (2015) و Melo Palhares et al. (2015) نشان داد که مقادیر مختلف عناصر غذایی مس، روی و منگنز باعث افزایش رشد و تغییر در توان جذب عناصر غذایی گیاه سنبل‌الطیب گردید.

گیاه دارویی سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis* L.) به دلیل داشتن ترکیبات شیمیایی مونوسزکویی ترین‌ها، ایریدوئید تری استرها و آلکالوئیدهای پیریدین در دامنه وسیعی از درمان‌ها به‌عنوان مسکن قوی، تسکین‌دهنده اعصاب، آرام‌بخش، ضد اضطراب و بی‌خوابی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hobbs, 1989; Akhondzadeh & Daliri, 2004; Bent et al., 2006). مهم‌ترین ماده مؤثره سنبل‌الطیب اسید والرینیک بوده که از ریشه و ریزوم به‌دست می‌آید (Houghto, 1999; Filizadeh & Goodarzi, 2010; Bhatt et al., 2012). ترکیبات ثانویه این گیاه در مقایسه با داروهای شیمیایی فاقد اثرات جانبی بوده و باعث آرامش طبیعی اعصاب می‌شود (Rezaie et al., 2010). پژوهش‌ها نشان داده است که اثرات آرام‌بخشی و خواب‌آوری سنبل‌الطیب مربوط به روغن‌های فرار والرینال و اسید والرینیک می‌باشد (Penzkofer et al., 2014).

مدیریت نیازمندی‌های گیاه و خاک، اهمیت بالایی در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی داشته و مطالعات زیادی در خصوص نقش کودهای شیمیایی و

آمینه محلول در آب به دست می‌آید ( Marschner, 1995; Youssef *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 2010; Gendy *et al.*, 2013). پژوهش‌های مختلف نشان داده است که با افزایش مصرف کودهای شیمیایی نه تنها عملکرد محصولات زراعی بالا نرفت، بلکه باعث برهم خوردن تعادل عناصر غذایی و در نتیجه کاهش محصول نیز شد. به همین دلیل با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی، تولید آن‌ها بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی شامل کود یا سموم دفع آفات و علف‌های هرز از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد ( Rasipour & Asgharzadeh, 2006; Trivedi *et al.*, 2019).

نتایج مختلف نشان داد که کودهای زیستی نیتروکسین و فسفر بارور با افزایش تثبیت نیتروژن و جذب فسفر نقش مهمی در رشد گیاهان مختلف ایفا می‌نمایند (Hendawy, 2008; Toussaint, 2008). کودهای زیستی در مقایسه با کودهای شیمیایی با سرعت کم‌تر در آزادسازی مواد غذایی، آن‌ها را در زمان طولانی‌تری در اختیار گیاه میزبان قرار می‌دهند (Naguib, 2011). کودهای زیستی با کاهش فشردگی و نابودی ساختمان خاک، باعث افزایش تنوع زیستی خاک می‌شود، بنابراین استفاده از آن‌ها در راستای افزایش و پایداری تولید و حفظ محیط زیست با توجه به لزوم مدیریت تغذیه ضروری است (Enwall *et al.*, 2005). هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر کودهای زیستی نیتروکسین و فسفر بارور ۲ بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی سنبل الطیب و مقایسه آن با کود شیمیایی اوره به منظور یافتن تلفیقی مناسب از کودها و کاهش مصرف و افزایش کارایی آن‌ها می‌باشد.

## ۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های

زیستی بر عملکرد و ترکیبات ثانویه گیاهان دارویی انجام شده است ( Belimov *et al.*, 1995; Trivedi *et al.*, 2019; Khanna *et al.*, 2019). از آنجاکه استفاده نامتوازن و بیش از اندازه کودهای شیمیایی تأثیر نامطلوبی بر محیط زیست، ساختمان خاک و کیفیت محصولات گیاهی دارد، کودهای آلی و زیستی جانشین مناسبی برای کودهای معدنی در کشاورزی معرفی شده‌اند ( Dauda *et al.*, 2009; Khalil & Naghib, 2009). کودهای زیستی تلفیح میکروبی سلول‌های زنده از موجودات ذره‌بینی نظیر باکتری‌ها، جلبک‌ها و قارچ‌ها به صورت منفرد یا ترکیبی بوده که باعث افزایش عملکرد محصول می‌شوند ( Goel *et al.*, 2001; Mikovacki & Milic, 1999). موجودات ذره‌بینی کودهای زیستی با شکل‌گیری ارتباط با ریشه باعث افزایش رشد گیاهان می‌شوند ( Vande Broek & Vaderleyden, 1995; Cohen *et al.*, 2007). فعالیت‌های زیستی با فعال کردن اثر متقابل میکروبی در ریشه گیاهان، علاوه بر بالابردن عملکرد، باعث افزایش مقاومت گیاه به آفات و بیماری‌ها و جلوگیری از تخریب ساختمان خاک می‌شود ( Zheljzkov & Warman, 2004; Tilak & Reddy, 2006). هم‌چنین باکتری‌های تقویت‌کننده رشد با تأثیرگذاری مستقیم بر رشد گیاه در مسیر تولید هورمون‌های گیاهی و غیرمستقیم در مسیر تثبیت نیتروژن و تولید عوامل کنترل زیستی در برابر بیماری‌های خاک می‌شوند (Hegde *et al.*, 1999; Glick, 2012).

نیتروژن (N) مهم‌ترین ماده مغذی برای رشد گیاه و بخشی از هر سلول زنده است. نیتروژن در ساخت کلروفیل ضروری بوده و کمبود آن باعث محدود شدن رشد و کاهش عملکرد در گیاهان می‌شود. گیاهان نیتروژن را بیش‌تر به صورت یون آمونیوم ( $\text{NH}_4^+$ ) یا نترات ( $\text{NO}_3^-$ ) جذب کرده که بخشی از آن به طور مستقیم به وسیله برگ‌ها جذب و مقدار کمی از موادی مانند اسیدهای

در سال ۱۳۹۵ تهیه شد. از آنجایی که جوانه‌زنی سنبل‌الطیب کند بوده که منجر به غالبیت علف‌های هرز و گسترش آفات و خسارت به گیاه می‌شود، بذور در خزانه گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در دی‌ماه سال ۱۳۹۵ کاشته شدند. آماده‌سازی بستر خزانه با زیرورو کردن و نرم‌کردن خاک همراه با تسطیح و حذف باقیمانده گیاهان قبل و کلوخ‌ها با ایجاد بافتی سبک و نرم خاک در آذرماه سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. برای اعمال مدیریت مناسب آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و تنک‌کردن، زمین‌خزانه به کرت‌های ۲ مترمربعی در آورده شد. جهت آماده‌سازی بستر کاشت در خزانه و تسهیل در جوانه‌زنی بذور و جذب بهتر عناصر غذایی، دو واحد کمپوست به خاک اضافه شد.

کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقات گیاهان دارویی مجتمع کشاورزی و دامپروری هومند آبرسد دماوند وابسته به سازمان نیروهای مسلح در سال‌های ۹۹-۱۳۹۵ انجام گرفت. اقلیم منطقه آزمایشی براساس طبقه‌بندی دمارتون نیمه‌خشک و سرد و در آستانه اقلیم مدیترانه‌ای تعیین شد. تیمارهای آزمایشی شامل کود شیمیایی اوره در پنج سطح (صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و تلقیح با کودهای زیستی نیتروکسین و فسفرباور ۲ و شاهد (عدم تلقیح) بودند. مشخصات آب‌وهوای منطقه و ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و توپوگرافی مکان آزمایشی در جدول‌های (۱) و (۲) نشان داده شده است. بذر سنبل‌الطیب آزمایشی از شرکت پاکان بذر اصفهان

جدول ۱. میانگین دمای کمینه، بیشینه و بارندگی ماهانه در دوره آزمایش (۹۷-۱۳۹۶) در شهرستان دماوند، هومند آبرسد

ماه	میانگین بیشینه	میانگین کمینه	درجه حرارت (°C)		بارندگی (mm)		رطوبت نسبی (%)	
			بیشینه مطلق	کمینه مطلق	بیش‌ترین بارش روزانه (mm)	متوسط	بیشینه	کمینه
فروردین	۱۳	۳/۳	۲۳/۲	-۳/۷	۳۱/۲	۸/۱	۸۱	۳۷/۹
اردیبهشت	۲۱/۷	۹/۵	۲۸/۵	۵/۹	۶۹/۶	۱۵/۶	۵۹	۳۱/۷
خرداد	۲۸/۴	۱۳/۶	۳۳/۱	۷/۹	۰	۲۱	۳۹	۱۲/۷
تیر	۳۰/۸	۱۷/۸	۳۵	۱۲/۵	۳۵/۶	۲۴/۳	۴۸	۱۹/۵
مرداد	۳۰/۷	۱۷/۳	۳۵/۳	۱۵/۴	۰/۵	۲۴/۳	۴۴	۱۸/۷
شهریور	۲۷/۸	۱۵	۳۱/۴	۱۰/۴	۰	۲۱/۴	۴۴	۱۸/۶
مهر	۱۹/۸	۸/۵	۲۶/۵	۱/۸	۰	۱۴/۱	۵۵	۲۴/۹
آبان	۱۵/۴	۴/۴	۲۲/۵	-۵	۱/۲	۹/۹	۵۶	۲۹/۳
آذر	۶/۲	-۴/۲	۱۱/۸	-۱۰/۲	۲/۷	۱	۶۵	۳۴/۴
دی	۷/۵	-۲/۱	۱۴/۷	-۷/۷	۱۵/۱	۲/۷	۶۵	۳۶/۲
بهمن	۵/۹	-۳/۶	۱۲	-۱۲/۸	۶۸/۱	۱/۲	۸۴	۴۳/۹
اسفند	۱۱/۲	۱	۱۶/۵	-۳/۵	۶۹/۳	۶/۱	۷۵	۳۶/۹

جدول ۲. مشخصات اقلیمی و نتایج تجزیه نمونه خاک کرت‌های آزمایشی در شهرستان دماوند، هومند آبرسد

عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)	مواد آلی (%)	ازت کل (%)	فسفر ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	پتاسیم ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	اسیدیته خاک	بافت لومی
۱۸' و ۵۱°	۴۴' و ۳۵°	۱۲۴۵	۰/۹۳	۰/۰۷	۵/۵	۳۴۶	۷/۱۶	لومی

هر هکتار در دو مرحله ۱۰-۸ سانتی متری ارتفاع گیاه (به میزان ۲/۳ مقدار کل کود ازته) و ۲۰ روز پس از این مرحله (به میزان ۱/۳ مقدار کود ازته به صورت سرک) استفاده شد. عملیات آبیاری در زمین آزمایشی برای جلوگیری از تلفات آب، خیس کردن مناسب محیط رشد ریشه و نفوذ بهتر و آرام تر آب با استفاده از تجهیزات نوارهای آبیاری قطره‌ای (نواری) انجام گرفت. مبارزه با علف‌های هرز برای جلوگیری از اثرات نامطلوب سموم شیمیایی بر رشد و ترکیبات ثانویه گیاه دارویی سنبل الطیب به صورت وجین دستی و ماهانه انجام گرفت. ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی سنبل الطیب نظیر درصد اسید والرینیک و عملکرد اسید والرینیک در هکتار، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام‌های هوایی، قطر ریشه، طول ریشه، عرض برگ و طول برگ در شرایط مزرعه مورد بررسی قرار گرفت. طول و عرض برگ در کرت‌های آزمایشی به ترتیب از نوک تا نقطه اتصال برگ به ساقه و از پهن ترین قسمت برگ با استفاده از یک خطکش معمولی (۰/۱ سانتی متر) در زمان حداکثر رشد رویشی در مرداد ۱۳۹۷ اندازه‌گیری شد.

برداشت گیاهان کاشته شده در مزرعه در پاییز سال بعد (۱۳۹۷/۷/۲۰) با قطع بخش‌های هوایی از محل طوقه انجام گرفت. ریشه باقیمانده در عمق ۳۰ سانتی متری به عنوان اندام دارویی مورداستفاده قرار گرفت. توده ریشه موجود با رنگ سفید به طول تقریبی ۳۰-۱۰ سانتی متر در تیمارهای مختلف و قطر ۲/۵-۱ میلی متر به ریزومی کوتاه به طول ۵-۲ سانتی متر چسبیده بودند. ریشه‌ها بعد از جمع‌آوری و قبل از شستن برای جداسازی قطعات خاک به خوبی تکانده و به طور جداگانه درون تشت‌های بزرگ پلاستیکی شسته شدند. قطر و طول ریشه به ترتیب با استفاده از کولیس‌های دیجیتال آکاد (Accud, 12-006) و ارتفاع سنج لینکز در گستره ۵۰۰-۰ میلی متر

بذور در زمین خزانه به صورت ردیفی با فاصله‌های ۲۰ سانتی متر در شیارهایی به عمق ۵-۴ میلی متر کاشته شدند. پس از کاشت، لایه‌ای از کود دامی پوسیده مخلوط با کمپوست سرندشده روی بذور ریخته شد. بعد از کاشت، غلطک سبکی روی ردیف‌ها برای تماس بهتر بذر با ذرات خاک انجام گرفت. آبیاری خزانه در ماه اول روزانه و سپس تا زمان انتقال به زمین اصلی هر سه روز یک بار به صورت دستی و با سر آب‌پاش‌های پودرکننده انجام گرفت. برای جلوگیری از تداخل در رشد و ضعیف کردن نشاهای سنبل الطیب، علف‌های هرز به صورت روزانه حذف گردیدند.

آماده‌سازی زمین آزمایشی با شخم در عمق ۳۰ سانتی متری خاک در شهریورماه سال ۱۳۹۵ و به دنبال آن دیسک، رتیواتور و تسطیح‌کننده در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. نشاهای سالم و یکنواخت با چهار برگ حقیقی و ارتفاع ۱۵ سانتی متر برای انتقال به کرت‌های آزمایشی زمین اصلی انتخاب شدند. مساحت هر کرت آزمایشی ۳۰ مترمربع با فواصل ردیف ۵۰ و فاصله بوته روی ردیف ۳۰ سانتی متر تعیین شد. تلقیح نشاها با کودهای زیستی نیتروکسین و فسفر بارور ۲ با حل کردن آن‌ها در آب و خوابانیدن آن‌ها در مایه تلقیح به مدت ۱۰ دقیقه قبل از انتقال به زمین اصلی در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. کودهای زیستی فسفر بارور ۲ و نیتروکسین به ترتیب در مقادیر ۱۰۰ گرم و ۱۰۰۰ میلی لیتر در ۵ لیتر آب مخلوط شدند. تلقیح با کودهای زیستی به علت حساس بودن باکتری‌ها به نور و گرما در سایه انجام گرفت و ریشه‌های آغشته شده به کودهای زیستی بلافاصله بعد از خشک شدن کاشته شدند. عملیات زراعی شامل وجین، آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها به صورت دوره ای انجام گرفت. تیمار کود شیمیایی اوره شامل صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در

اندازه‌گیری شده در گیاه سنبل‌الطیب نظیر درصد و مقدار اسید والرینیک، وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی، طول و پهنای برگ و طول ریشه به‌طور معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی قرار گرفتند (جدول ۳).

### ۳.۱. اسید والرینیک (درصد)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد و عملکرد اسید والرینیک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اوره و کودهای زیستی نیتروکسین و فسفر بارور ۲ قرار گرفت (جدول ۳). بیش‌ترین و کم‌ترین درصد اسید والرینیک در شاهد ( $0/65$  درصد) و تیمار کاربرد هم‌زمان کود اوره، نیتروکسین و فسفر بارور ۲ ( $0/215$  درصد) به‌دست آمد. نتایج نشان داد که درصد اسید والرینیک در تیمارهای کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار، نیتروکسین، فسفر بارور ۲، اثر متقابل نیتروکسین و فسفر بارور ۲ و کاربرد هم‌زمان کود اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب ۳۹، ۳۸، ۲۴ و ۵۴ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۴).

نتایج این پژوهش نشان داد که نیتروکسین تأثیر بالاتری (۱۱۲۳ گرم در هکتار) بر عملکرد اسید والرینیک نسبت به فسفر بارور ۲ (۸۹۰ گرم در هکتار) و کود شیمیایی اوره (۱۱۰۰ گرم در هکتار) ایجاد کرد (جدول ۴). بالاترین و پایین‌ترین عملکرد اسید والرینیک (گرم در هکتار) به‌ترتیب در تیمار کاربرد هم‌زمان ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره، نیتروکسین و فسفر بارور ۲ (۱۴۹۰ گرم در هکتار) و شاهد (۷۱۲ گرم در هکتار) اندازه‌گیری شد. این نتایج در تأیید یافته‌های (Naghdi Badi et al. (2013)، (Azzaz et al. (2002)، (Vessey (2003)، (Yehya & Mohamed (2011) و (2009) نشان دادند که افزایش سطوح مختلف کودهای زیستی و شیمیایی باعث

(Linkz, 609-09) اندازه‌گیری شد. ریشه‌های شسته‌شده بلافاصله به مکانی سایه با تهویه مناسب، رطوبت ۱۵ درصد و درجه حرارت ۳۰-۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. ریشه‌ها بعد از شش روز و کاهش رطوبت آن‌ها به ۱۰-۱۲ درصد جمع‌آوری و با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و در شیشه‌های تیره برای انجام عملیات اسانس‌گیری نگهداری شدند.

برای تعیین ویژگی‌های کمی و کیفی، نمونه‌های گیاهی بعد از جمع‌آوری در سایه و درجه حرارت اتاق خشک شدند. تعیین میزان ماده مؤثره اندام‌های دارویی گیاه سنبل‌الطیب با دستگاه کروماتوگرافی گازی (Thermo-Ultera Fast Model) ساخت کشور ایتالیا انجام گرفت. مقدار ۵ گرم پودر ریشه گیاه سنبل‌الطیب در بالن ژوژه ۵۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد و به آن ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل ۷۰ درصد افزوده شد. جهت حل شدن کامل پودر گیاه و تهیه محلول یکنواخت، مخلوط به‌دست‌آمده با دستگاه شیکر به‌مدت دو ساعت در درجه حرارت اتاق هم زده شد. برای تجزیه عصاره تزریقی از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا، الگوی Kenauer ساخت کشور آلمان استفاده شد. محلول به‌دست‌آمده در دستگاه سانتریفوژ به‌مدت دو ساعت قرار گرفت و محلول شفاف بعد از صاف شدن به‌وسیله فیلتر سرسرنگ ۰/۴۵ میکرونی به‌دستگاه تزریق شد.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌های برداشت‌شده این پژوهش در سال دوم انتقال گیاه سنبل‌الطیب به زمین اصلی (۱۳۹۷) براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح خطای ۵ درصد و با استفاده از نرم‌افزار SAS ( SAS Institute Inc., 2002) انجام گرفت.

### ۲. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بیشتر عوامل

این گیاه در تیمارهای مختلف رشد شد. آن‌ها نشان دادند که بالاترین ارتفاع، طول و وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی و همچنین میزان کربوهیدرات و رنگریزه‌های کلروفیل a، b و کاروتنوئید در این گیاه در تیمار زیستی نیتروکارا نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی به دست آمد. نتایج کاربرد کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر رشد و اجزای عملکرد گیاه دارویی ختمی (*Althaea officinalis* L.) نشان داد که بالاترین وزن خشک ریشه اندام‌های هوایی، وزن گل و تعداد دانه در تیمار تلفیقی این کودها به دست آمد (Khorramdel *et al.*, 2018). همچنین Safarzade *et al.* (2019) در آزمایشی نشان دادند که قارچ زیستی میکوریزا در مقایسه با کودهای شیمیایی بالاترین تأثیر را در فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) ایجاد کرد.

### ۳.۳. وزن خشک اندام‌های هوایی (کیلوگرم در هکتار)

نتایج این پژوهش نشان داد که کودهای زیستی و شیمیایی آزمایشی باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه سنبل الطیب شد (جدول ۳). کود شیمیایی اوره در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، نیتروکسین، فسفر بارور ۲ و اثر متقابل آن‌ها باعث افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی به ترتیب به میزان ۵۷/۲۰، ۵۴، ۵۲ و ۶۸ درصد نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۴). این نتایج نشان داد که کودهای زیستی قادر به ایجاد نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت رشد گیاهان دارویی می‌باشند. Shahmohammadi *et al.* (2004) در پژوهشی یافتند که استفاده از کودهای زیستی باعث افزایش رشد و بالارفتن وزن خشک اندام‌های هوایی گیاهان آزمایشی شد. نتایج آن‌ها نشان داد که برای حصول موفقیت‌آمیز تأثیر کودهای زیستی، حداقل ۱۰ دقیقه تماس آغشتگی ریشه‌های گیاه میزبان ضروری است. مشابه با یافته‌های El-Gohary *et al.*

تسهیل در جذب عناصر غذایی و پایین آمدن میزان تنش شد که همین عامل مهمی در کاهش درصد اسید والرینیک ارزیابی می‌گردد. نتایج پژوهش‌های دیگر Liu *et al.* (2010)، Adegbidi *et al.* (2003) و Kheiry *et al.* (2020) نشان داد که افزایش کیفیت گیاهان دارویی با کاربرد کودهای زیستی قادر به جبران کاهش کمی آن‌ها می‌باشد.

### ۳.۲. وزن خشک ریشه (کیلوگرم در هکتار)

نتایج نشان داد که کودهای آزمایشی و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه گیاه سنبل الطیب ایجاد کرد (جدول ۴). کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی باعث افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشد رویشی و اجزای عملکرد مرتبط با تولید اسانس‌های ضروری در ریشه گردید. نتایج این آزمایش نشان داد که وزن خشک ریشه سنبل الطیب در تیمارهای کود اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، نیتروکسین، فسفر بارور ۲ و اثر متقابل آن‌ها به ترتیب ۶۱، ۵۸، ۴۸ و ۶۸ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۴). نتایج این پژوهش مشابه با یافته‌های Nadjafi *et al.* (2014) و Naghdi Badi *et al.* (2013) نشان داد که کود زیستی فسفر بارور ۲ و نیتروکسین با باکتری‌های تسهیل‌کننده حل فسفات و تثبیت‌کننده نیتروژن همراه با کود اوره باعث افزایش جذب ازت و فسفر برای گیاه و تأثیر بر رشد رویشی آن‌ها می‌شود.

نتایج این بررسی نشان داد که استعمال تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی نقش مهمی در بالابردن عملکرد و گسترش رشد و افزایش کیفیت گیاهان دارویی ایفا می‌کند. نتایج پژوهش Rashnoo *et al.* (2020) روی گیاه دارویی کاسنی (*Cichorium intybus* L.) نشان داد که افزایش کود زیستی نیتروکارا به غلظت ۳ گرم در لیتر، باعث تأثیر معنی‌دار بر ویژگی‌های ظاهری و فیزیولوژیکی

(2018) در پژوهشی اعلام کردند که کود زیستی نیتروکسین تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه گیاهان زراعی ایجاد کرد. آن‌ها یافتند که کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری بر توانایی جذب مواد غذایی داشته و باعث افزایش عوامل مؤثر گسترش سیستم ریشه گیاهان می‌شود.

(2021) و Sarhadi *et al.* (2021)، نتایج این پژوهش نشان داد در تیمار کودهای زیستی، ماده خشک گیاه دارویی سنبل‌الطیب به دلیل تأثیر آن بر میزان فتوسنتز و بالارفتن تجمع ماده خشک به طور معنی‌داری افزایش یافت.

### ۳.۴. طول ریشه (سانتی‌متر)

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار کودهای آزمایشی و اثر متقابل آن‌ها افزایش معنی‌داری بر طول ریشه گیاه سنبل‌الطیب در مقایسه با شاهد ایجاد کرد (جدول ۳). میانگین طول ریشه در تیمارهای کود اوره، نیتروکسین، فسفر بارور ۲ و اثر متقابل آن‌ها به ترتیب ۲۴، ۱۹/۴۰، ۱۸/۸۸ و ۲۳/۵۹ سانتی‌متر در مقایسه با شاهد (۱۶/۰۵) سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد (جدول ۴). Khorramdel *et al.*

### ۳.۵. طول و پهنای برگ (سانتی‌متر)

نتایج این پژوهش نشان داد طول برگ در تیمار کود شیمیایی اوره، نیتروکسین و اثر متقابل آن‌ها به ترتیب ۶۱/۶۶، ۵۵ و ۴۴/۳۳ درصد افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. در مقابل، با وجود ۲۶ درصد افزایش طول برگ در تیمار فسفر بارور ۲ نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳. تجزیه واریانس میانگین مربعات ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی سنبل‌الطیب برداشت‌شده در سال دوم کاشت (۱۳۹۷) تحت تأثیر اوره و کودهای زیستی

میانگین مربعات								منبع تغییر
قطر ریشه	طول ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	پهنای برگ	طول برگ	اسید وارزینیک	اسید وارزینیک	
۰/۱۸۳ <sup>ns</sup>	۴/۰۲۰*	۴۹۲۱۹/۶۳**	۴۷۵۶۲۸/۰۳**	۰/۰۸۳*	۱۱۰/۴۰۳**	۰/۰۱۸**	۱۹۴۴۲۳**	۴ کود اوره
۰/۲۶۰*	۱۸/۱۴۴ <sup>ns</sup>	۱۵۱۲۳۷/۵۰**	۲۲۸۸۱/۲۳**	۰/۳۵۵*	۷۰/۶۲۱**	۰/۰۶۱**	۴۴۵۳۲۱*	۱ کود زیستی نیتروکسین
۰/۲۴۵*	۱۷/۳۴۰*	۲۲۱۳۱۳/۷۸**	۲۰۶۵۳/۴۸**	۰/۳۱۱*	۶۴/۶۴۰**	۰/۰۵۹**	۳۷۲۶۱۰*	۱ کود زیستی فسفر بارور ۲
۰/۳۸۵**	۲/۵۵ <sup>ns</sup>	۱۶۷۱۰*	۳۶۵۱۲/۴۷**	۰/۰۸*	۱۵/۸۸**	۵۶۶۱۳*	۷۳۰۳۶*	۴ اوره × نیتروکسین
۰/۲۹۶**	۳/۰۷ <sup>ns</sup>	۱۵۳۲۱/۵۵*	۵۱۷۹۸/۲۳**	۰/۰۱*	۱۴/۳۱**	۶۳۲۵۲*	۶۹۵۱۷*	۴ اوره × فسفر بارور ۲
۰/۲۱۷**	۲/۱۹ <sup>ns</sup>	۱۴۴۷۴*	۴۷۳۰۵/۱۱**	۰/۰۰۷*	۱۳/۲۳**	۷۷۳۵۵*	۷۰۳۴۱*	۱ نیتروکسین × فسفر بارور ۲
۰/۴۳۰**	۲/۷۷۰ <sup>ns</sup>	۱۳۴۲۱/۴۲*	۵۶۳۲۱/۷۸**	۰/۰۰۹*	۱۶/۲۳۳**	۰/۰۰۸**	۸۳۵۲۳*	۴ اوره × نیتروکسین × فسفر بارور ۲
۰/۰۵۴	۳/۲۲۱	۳۰۵۵/۶۳	۳۴۲۴۱/۴۱	۱/۳۴۴	۱۸/۱۸	۰/۰۰۵	۱۹۰۴۴	۲ تکرار
۰/۰۹۷	۲/۰۳۰	۳۹۷۵/۱۱	۳۱۸۲/۲۶	۰/۱۸۸	۹/۲۱۹	۰/۰۰۱	۳۹۱۴۴	۳۸ خطا
۱۷/۴۴۱	۶/۵۶۴	۲۲/۳۰	۲۱/۳۲	۱۰/۱۱۴	۱۶/۴۳۱	۱۰/۱۱۳	۲۳	ضریب تغییرات (%)

ns و \*\* و \* به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.



جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل اوره و کودهای زیستی بر خصوصیات مختلف گیاه دارویی سنبل الطیب

عوامل اندازه‌گیری شده								
قطر ریشه (mm)	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (kg ha <sup>-1</sup> )	وزن خشک اندام هوایی (kg ha <sup>-1</sup> )	پهنای برگ (cm)	طول برگ (cm)	اسید والرنیک (%)	اسید والرنیک (g ha <sup>-1</sup> )	
۱/۶۰a	۱۶/۰۵a	۲۱۴/۹۵a	۲۰۱a	۴/۰۵a	۱۵a	۰/۴۶۵a	۷۱۲a	شاهد
۲/۰۸b	۱۹/۲۵b	۵۳۵bc	۴۹۰b	۴/۴۰b	۲۲bc	۰/۳۰۳b	۱۱۰۰bd	نیتروکسین × فسفر بارور ۲
۲/۰۳b	۱۹/۴۲b	۴۱۹c	۴۲۹c	۴/۱۵c	۱۹/۲۵c	۰/۳۵۰c	۹۰۵c	۳۰ کیلوگرم اوره × فسفر بارور ۲
۲/۱۳bc	۲۰/۰۵b	۵۱۵b	۴۶۰d	۴/۴۳bc	۲۳b	۰/۲۳۸d	۱۰۸۰b	۳۰ کیلوگرم اوره × نیتروکسین
۲/۱۴c	۲۰/۱۵b	۵۴۵bc	۵۰۵b	۴/۴۵b	۲۴bd	۰/۲۹۶b	۱۱۴۵bd	۳۰ کیلوگرم اوره × نیتروکسین × فسفر بارور ۲
۲/۱۳c	۱۹/۵۸b	۴۶۰d	۴۷۳d	۴/۲۵c	۱۹/۳۰c	۰/۳۳۰c	۹۸۵c	۶۰ کیلوگرم اوره × فسفر بارور ۲
۲/۱۷cd	۲۰/۱۷b	۵۴۵bc	۴۹۵b	۴/۴۳b	۲۳/۳۰bd	۰/۲۳۳d	۱۱۷۵de	۶۰ کیلوگرم اوره × نیتروکسین
۲/۱۹d	۲۰/۲۳b	۵۷۰cde	۵۳۵e	۴/۴۸b	۲۴/۲۵d	۰/۲۹۰b	۱۲۳۵ef	۶۰ کیلوگرم اوره × نیتروکسین × فسفر بارور ۲
۲/۲۲de	۲۰/۲۵b	۵۲۰b	۵۴۰e	۴/۲۷c	۲۴/۳۰d	۰/۲۳۵d	۱۱۶۰d	۹۰ کیلوگرم اوره × فسفر بارور ۲
۲/۲۶ef	۲۰/۲۷b	۵۸۷de	۵۵۰e	۴/۴۵b	۲۴/۹۰de	۰/۲۳۰d	۱۲۶۵f	۹۰ کیلوگرم اوره × نیتروکسین
۲/۳۰f	۲۰/۲۹b	۶۰۰ef	۵۸۵f	۴/۴۹b	۲۴/۹۵de	۰/۲۸۵b	۱۳۲۰g	۹۰ کیلوگرم اوره × نیتروکسین × فسفر بارور ۲
۲/۳۳f	۲۲/۳۵bc	۶۲۵fg	۵۹۰f	۴/۳۰bc	۲۵/۱۰e	۰/۲۳۰d	۱۳۹۵h	۱۵۰ کیلوگرم اوره × فسفر بارور ۲
۲/۳۶fg	۲۳/۴۷cb	۶۴۰gh	۶۲۵g	۴/۴۷b	۲۵/۱۱e	۰/۲۲۵d	۱۴۴۰h	۱۵۰ کیلوگرم اوره × نیتروکسین
۲/۳۹g	۲۳/۵۹c	۶۶۵h	۶۳۵g	۴/۵۱b	۲۵/۱۵e	۰/۲۲۰d	۱۴۹۰i	۱۵۰ کیلوگرم اوره × نیتروکسین × فسفر بارور ۲

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف آزمایشی در سطح ۵ درصد است.

نتایج این پژوهش مشابه با یافته‌های *Alirezaie et al.* (2012)، *Nadjafi et al.* (2014) و *Khanna et al.* (2019) نشان داد که کودهای زیستی در مقایسه با کودهای شیمیایی، جانشین مطلوبی برای رشد گیاهان دارویی محسوب می‌شوند. کودهای زیستی با افزایش فراوانی موجودات خاک، تأثیر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان زراعی داشته و باعث کاهش هزینه‌های تولید و خسارت به محیط زیست می‌شوند. کودهای زیستی نیتروکسین و فسفر بارور ۲ دارای باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت و فسفر بوده که عامل مهمی در جهت افزایش مؤثر تولید و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری در پهنای برگ گیاه سنبل‌الطیب در تیمار کودهای زیستی و شیمیایی نسبت به شاهد وجود دارد. میانگین پهنای برگ در تیمارهای کود اوره، نیتروکسین و اثر متقابل آن‌ها به ترتیب ۱۲، ۷ و ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت. از طرف دیگر با وجود افزایش ۲/۱۷ درصد پهنای برگ در تیمار فسفر بارور ۲، اختلاف معنی‌داری با شاهد مشاهده نشد. یافته‌های *Khanna et al.* (2019) در تأیید این پژوهش نشان داد که کودهای زیستی و شیمیایی تأثیر معنی‌داری بر طول و پهنای برگ گیاهان ایجاد می‌کنند.

عملکرد و رقابت با کودهای شیمیایی هستند. این پژوهش نشان داد که تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی، با ارتقای کارایی مواد غذایی، باعث بالابردن رشد و تولید متابولیت‌های ثانویه سنبل‌الطیب شده و نقش تعیین‌کننده در کاهش خسارت به محیط زیست ایفا می‌کنند. همچنین، کاربرد هم‌زمان کودهای زیستی و شیمیایی نه تنها باعث افزایش عملکرد ریشه و اسید والرینیک شد، بلکه مانع از کاهش معنی‌دار درصد اسید والرینیک در گیاه دارویی سنبل‌الطیب شد. به‌طورکلی از این آزمایش نتیجه می‌شود که کودهای زیستی نیتروکسین و فسفر بارور ۲ قادر به افزایش عملکرد بخش‌های دارویی گیاه سنبل‌الطیب نسبت به شاهد بوده و تلفیق آن‌ها با کود شیمیایی اوره به‌طور معنی‌داری باعث کاهش اثرات نامطلوب درصد اسید والرینیک شد. بنابراین، استفاده از کودهای زیستی از جنبه اقتصادی برای تولید انبوه و کاشت گیاهان دارویی در مقیاس‌های وسیع توصیه می‌شود.

#### ۵. تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت دانشکده تحصیلات تکمیلی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا انجام شده است. از زحمات آقایان دکتر قوشچی مدیر محترم گروه، دکتر موسوی معاون محترم پژوهشی، دکتر فتوکیان متخصص آمار و مهندس بوربور مدیریت مجتمع کشاورزی و دامپروری هومند آبسرد، تشکر و قدردانی می‌گردد.

#### ۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

#### ۷. منابع

Adamczyk-Szabela, D., Markiewicz, J., & Wolf, W. (2015). Heavy Metal Uptake by Herbs. IV. Influence of soil pH on the content of heavy metals in *Valeriana officinalis* L. *Water, Air, & Soil Pollution*, 226 (4), 106. doi.10.1007/s11270-015-2360-3.

محصولات محسوب می‌شوند (Tahmasebi *et al.*, 2011; Nell *et al.*, 2010). نتایج آزمایش Chang (1990) Sharma (2003)، Chand *et al.* (2006) و Tahmasabi *et al.* (2013) نشان داد که کودهای زیستی مکمل مؤثری در حفظ کیفیت مواد مؤثره و ترکیبات ثانویه گیاهان دارویی می‌باشند. این نتایج نشان داد، اگرچه عملکرد کمی کودهای شیمیایی در گیاهان دارویی کمی بالاتر از کودهای آلی و زیستی می‌باشد، اما پایین‌آمدن کیفیت ترکیبات مؤثر در گیاهان دارویی بعد از کاربرد آن‌ها باعث ایجاد تردید در استفاده بیش از اندازه از آن‌ها شده است.

نتایج این پژوهش نشان داد، کاربرد هم‌زمان کودهای زیستی نیتروکسین و فسفر بارور ۲ دارای اثرات مثبتی بر عملکرد و اجرای عملکرد گیاه دارویی سنبل‌الطیب شد. پژوهش‌های Ehsanipour *et al.* (2012) در تأیید این پژوهش نشان داد که ترکیب کاربرد هم‌زمان کودهای زیستی ازت و فسفردار با کودهای شیمیایی، دارای اثرات بهتری بر گیاه هدف نسبت به استفاده منفرد یکی از این کودها دارد. بنابراین، کاربرد ترکیبی کودهای زیستی و شیمیایی به‌دلیل اثرات مثبت آن‌ها در افزایش اجزای عملکرد، دارای تأثیر بالاتر نسبت به استفاده منفرد می‌باشد. Morshedloo *et al.* (2014) و Nadjafi *et al.* (2012) در تأیید این آزمایش اعلام نمودند که ترکیب کودهای زیستی و شیمیایی برای رشد گیاهان دارویی تأثیر بالاتری نسبت به کاربرد منفرد آن‌ها دارد.

#### ۸. نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی امکان سنتزی جایگزینی کودهای زیستی به‌جای شیمیایی و ظرفیت بالای آن‌ها در جلوگیری از صدمات مختلف به خاک و محیط زیست را نشان داد. عملکرد ریشه و سایر اجزای عملکرد گیاه سنبل‌الطیب تحت تیمار کودهای زیستی نشان داد که آن‌ها قادر به افزایش

- Adegbidi, H.G., Briggs, R.D., White, E., Abrahamson, L.P., & Volk, T.A. (2003). Effect of organic amendments and slow-release nitrogen fertilizer on willow stem biomass production and soil chemical characteristics. *Biomass Bioenergy*, 25(4), 389-398.
- Akerele, O., Heywood, V., & Synge, H. (2009). *Conservation of Medicinal Plants*. 362pp. Cambridge University Press, England.
- Akhondzadeh, S., & Daliri, A. (2004). Herbal medicine in sleep disorders. *Journal of Medicinal Plants*, 3(9), 75-84.
- Azzaz, N.A., Hassan, E.A., & Hamad, E.H. (2009). The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of Fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(2), 579-587.
- Alirezaie, M., Arouiee, H., Rezazadeh, Sh., & Shoor, M. (2012). Influence of different levels of chemical and biological nitrogen fertilizers on corm yield and colchicine content in *Colchicum kotschyi* Bioss under natural habitat. *Journal of Medicinal Plants*, 42, 91-103. (in Persian)
- Bauer, A., & Brönstrup, M. (2014). Industrial natural product chemistry for drug discovery and development. *Natural Product Reports*, 31(1), 35-60.
- Belimov, A.A., Kojemiakov, P.A., & Chuvarliyeva, C.V. (1995). Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant and Soil*, 17, 29-37.
- Bent, S., Padula, A., Moore, D., Patterson, M., & Mehling, W. (2006). Valerian for sleep: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Medicine*, 119, 1005-12.
- Bhatt, I.D., Dauthal, P., Rawat, S., Gaira, K.S., Jugran, A., Rawal, R.S., & Dhar, U. (2012). Characterization of essential oil composition, phenolic content, and antioxidant properties in wild and planted individuals of *Valeriana jatamansi* Jones. *Horticultural Science*, 136, 61-68.
- Chand S., Anwar, M., & Patra, D.D. (2006). Influence of long-term application of organic and inorganic fertilizer to build up soil fertility and nutrient uptake in mint mustard cropping sequence. *Soil Science and Plant Analysis*, 37(1-2), 63-76.
- Chang, C., Sommerfeldt, T.G., & Entz, T. (1990). Rates of soil chemical changes with eleven annual applications of cattle feedlot manure. *Canadian Journal of Soil Science*, 70(4), 673-681.
- Cohen, A.T., Mariela, P., Ruben, B., & Patricia, P. (2007). *Azospirillum brasilense* and ABA Improve Growth in *Arabidopsis*. International Plant Growth substances Association 19th annual meeting Puerto Vallarta, Mexico-July, pp. 21-25.
- Damnjanović, I., Kitić, D., Zlatković-Guberinić, S., Milosavljević, J., & Conic, I. (2010). 'Contemporary aspects of using *Valeriana Officinalis*'. *Acta Medica Medianae*, 49, 65-70.
- Dauda, S.N., Ajayi, F.A., & Ndor, E. (2008). Growth and yield of water melon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry. manure application. *Journal of agriculture and social sciences*, 4, 121-124.
- Ehsanipour A., Zeinali, H., & Razmjoo, K. (2012). Effect of nitrogen levels on qualitative traits and seed yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations. *Journal of Medicinal Plants*, 42, 37-47. (in Persian)
- El-Gohary, A.E., Elsayed, A.A.A., El-Garf, I.A., Sabry, R.M., Khalid, A.K., & Ahmed, S.S. (2021). Evaluation of essential oils in two *Artemisia* species that are grown wildly in eastern desert of Egypt. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 24 (2), 186-192.
- Enwall, K., Laurent, P., & Sara, H. (2005). Activity and composition of the denitrifying bacterial community respond differently to long-term fertilization. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(2), 8335-8343.
- Fernandez, S., Wasowski, C., Paladini, A., & Mariel, M. (2007). Sedative and Sleep-enhancing Properties of Linarin, a Flavonoid-isolated from *Valeriana officinalis* L.. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 77(2), 399-404.
- Fitzgerald, M., Heinrich, M., & Booker, A. (2020). Medicinal Plant Analysis: A historical and regional discussion of emergent complex techniques. *Frontiers in Pharmacology*, 10, 28-44.
- Filizadeh, Y., & Goodarzi, G. (2010). Essential oils from hairy root cultures and field cultivated roots of valerian (*Valeriana sisymbriifolium*). *Journal of Medicinal Plants*, 35, 120-128.
- Gendy, A.S.H., Said-Al Ahl, H., Mahmoud, A.A., & Mohamed, H.F.Y. (2013). Effect of Nitrogen Sources, Bio-Fertilizers and Their Interaction on the Growth, Seed Yield and Chemical Composition of Guar Plants. *Life Science Journal*, 10(3), 390-402.
- Glick, B.R. (2012). Plant growth promoting bacteria: Mechanisms and Applications. *Hindawi Publishing Corporation Scientifica*, 15 pp. <http://dx.doi.org/10/6064/2012/963401>.
- Goel, A.K., Laura, R.D.S., Pathak, G., Anuradha, G., & Goel, A. (1999) Use of bio-fertilizers: potential, constraints and future strategies review. *International Journal of Tropical Agriculture*, 17, 1-18.

- Hendawy, S.F. (2008). Comparative study of organic and mineral fertilization on (*Plantago arenaria*) plant. *Journal of Applied Sciences Research*, 4(5), 500-506.
- Hobbs, C. (1989). Valerian: a literature review. *Herbalgram*, 21(3), 19-34.
- Houghto, P.J. (1999). The scientific basis for the reputed activity of Valerian. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5, 505-12.
- Hegde, D.M., Dwived, B.S., & Sudhakara, S.N. (1999). Biofertilizers for cereal production in India-a review. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 69, 73-83.
- Jamshidi-Kia, F., Lorigooini, Z., & Amini-Khoei, H. (2018). Medicinal plants: Past history and future perspective. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 7(1), 1-7.
- Javan Gholiloo, M., Yarnia, M., Hassanzadeh Ghorttapeh, A., Farahvash, F., & Mohammad Daneshian, A. (2019). Evaluating effects of drought stress and bio-fertilizer on quantitative and qualitative traits of valerian (*Valeriana officinalis* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 42(13), 1417-1429.
- Jugran, A.K., Bahukhandi, A., Dhyani, P., Bhatt, I.D., Rawal, R.S., Nandi, S.K., & Palni, L.M.S. (2015). The effect of inoculation with mycorrhiza: AM on growth, phenolics, tannins, phenolic composition and antioxidant activity in *Valeriana jatamansi* Jones. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(4), 1036-1049.
- Khorrarnadel, S., Rezvani Moghaddam, P., Azizi, H., Shabahang, J., & Seyedi, M. (2018). Evaluation of the Integrated Effect of Organic, Chemical and Biological Fertilizers on Yield of Marshmallow (*Althea officinalis* L.) as a Medicinal Plant. *Journal of Agroecology*, 10(3), 603-619.
- Kandeel, A.M., Naglaa, S.A.T., & Sadek, A.A. (2002). Effect of bio-fertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. *Annals of Agricultural Sciences*, 47, 351-371.
- Khalil, M.Y., & Naguib, N.Y. (2009). How far would different sorts of fertilizers affect the productivity of Rue (*Ruta graveolens* L.), American-Eurasian. *Journal of Sustainable Agriculture*, 3, 221-298.
- Khanna, R., Pawar, J., Gupta, S., Verma, H., Trivedi, H., Kumar, P., & Kumar, R. (2019). Efficiency of Biofertilizers in Increasing the Production Potential of Cereals and Pulses: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(2), 183-188.
- Kheiry, A., Zarandood, M., Rezaie allolo, A., Barzegar, T., & Aelaei, M. (2020). Effects of nitroxin and ammonium sulfate on some of the traits of *Marrubium vulgare* L.. *Journal of Plant Process and Function*, 9(38), 415-426. (in Persian)
- Kwiatkowski, C. (2010). Evaluation of yield quality and weed infestation of common valerian (*Valeriana officinalis* L.) in dependence on weed control method and forecrop. *Acta Agrobotanica*, 63, 179-188.
- Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S., Ding, L., Liu, Q., Liu, S., & Fan, T. (2010). Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma*, 158(3), 173-180.
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. Second edition. 889pp. London: Academic Press, England.
- Melo Palhares, R., Gonçalves Drummond, M., Dos Santos, B., Brasil, F., Pereira Cosenza, G., Graças Lins Brandão, M., & Oliveira, G. (2015). Medicinal plants recommended by the World Health Organization: DNA Barcode Identification Associated with Chemical Analyses Guarantees Their Quality. *PLoS One*, 10(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127866>.
- Mrkovacki, N., & Milic, V. (2001). Use of *Azotobacter chroococcum* as potentially useful in agricultural application. *Annals of Microbiol*, 51, 145-58.
- Morshedloo, M.R., Ebadi, A., Fatahi Moghaddam, M.R., & Yazdani, D. (2012). Evaluation of Essential Oil Composition in Three Species of *Hypericum* from Iran. *Journal of Medicinal Plants*, 42, 23-31. (in Persian)
- Nadjafi, F., Mahdavi Damghani, M., Tabrizi, L., & Nejad Ebrahimi, S. (2014). Effect of biofertilizers on growth, yield and essential oil content of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) and Sage (*Salvia officinalis* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17, 237-250.
- Naguib, N.Y.M. (2011). Organic vs chemical fertilization of medicinal plants: a concise review of researches. *Advances in Environmental Biology*, 5(2), 394-400.
- Naghdi Badi, H., Lotfizad, M., Qavami, N., Mehrafarin, A., & Khavazi, K. (2013). Response of quantity and quality yield of valerian (*Valeriana officinalis* L.) to application of phosphorous Bio/Chemical Fertilizers. *The Journal of Medicinal Plants*, 12(46), 25-37.
- Nell, M., Wawrosch, C., Steinkellner, S., Vierheilg, H.B., Losse, A., Franz, C., Novak, J., & Zittere-Eyeseer, K. (2010). Root colonization by symbiotic arbuscular mycorrhizal fungi increases sesquiterpenic acid concentration in *Valeriana officinalis* L.. *Planta Medica*, 76, 393-398.

- Penzkofer, M., Ziegler, E., & Heuberger, H. (2014). Contents of essential oil, valerenic acids and extractives indifferent parts of the rootstock of medicinal valerian (*Valeriana officinalis* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 1, 98-106.
- Rahimi Shokooh, A., Dehghani-Meshkani M., Mehrafarin A., Khalighi-sigaroodi, F., & Naghdi Badi, H. (2013). Changes in Essential Oil Composition and Leaf traits of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Affected by Bio-stimulators/fertilizers Application. *Journal of Medicinal Plants*, 12(47), 83-92.
- Rashnoo, A., Movahedi, Z., Rostami, M., & Ghabooli, M. (2020). *Piriformospora indica* culture filtrate and biofertilizer (Nitrokara) Promote Chicory (*Cichorium intybus* L.) growth and morpho-physiological traits in an aeroponic system and soil culture. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7(4), 353-363.
- Rasipour, L., & Asgharzadeh, A.N. (2006). The interactive effects of phosphate solubilizing bacteria and Bradyrhizobium on growth analysis, nodulation and nutrition uptake in soybean. *Journal of Science And Technology Of Agriculture And Natural Resources*, 40, 53-65.
- Rezaie, A., Pashazadeh, M., Ahmadizadeh, Ch., Jafari, B., & Jalilzadeh, H.M. (2010). Study of Sedative and Anxiolytic Effect of Herbal Extract of *Nardostachys jatamansi* in Comparison With Dizepam in Rats. *Journal of Medicinal Plants*, 9(36), 169-74.
- Safarzade, A., Barzin, G., & Talei, D. (2019). Effect of nitric oxide and Arbuscular Mycorrhiza on some physiological traits of liquorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) plant under salinity stress. *Journal of Horticulture Science*, 33(1), 53-64.
- SAS Institute. (2002). JMP statistics and graphics guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Shahmohammadi, F., Darzi, M., & Haj Seyed Hadi, M. (2014). Influence of Compost and biofertilizer on yield and essential oil of dill (*Anethum graveolens* L.). *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(2), 446-455.
- Sarhadi, E., Samad Nejad, E., Hadjiakhoondi, A., & Manayi, A. (2021). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Root Essential Oil of Different *Salvia leriifolia* Populations. *Journal of essential oil-bearing plants*, 24(2), 209-217.
- Sharma, A. K. (2003). Biofertilizers for sustainable agriculture. *Agrobios*, p, 407.
- Tahmasabi, D., Zarghami, R., Vatanpour Azghami, A., & Chaichi, M. (2011). Effects of Nanosilver and Nitroxin Biofertilizer on Yield and Yield Components of Potato Minitubers. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11, 986-990.
- Tilak, K.V.B.R. & Reddy, B.S. (2006). *B. cereus* and *B. circulans* novel inoculants for crops. *Current Science*, 5, 642-644.
- Toussaint, J.P. (2008). The effect of the arbuscular mycorrhizal symbiosis on the production of phytochemicals in basil. Retrieved from <http://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/48385/1/02whole.pdf>.
- Trivedi, H., Punetha, P., Shekhar, C., & Singh, N. (2015). Response of biofertilizers and organic manures on growth and flowering of dahlia (*Dahlia variabilis*) cv. Black out. *Ecology Environment and Conservation*, 21, 109-113.
- Trivedi, H., Khanna, R., Kumar, R., Punetha, P., & Singh, V. (2019). Response of vegetable amaranth to different doses of NPK and bio-fertilizers. *International Journal of Chemical Studies*, 7(3), 65-67.
- Vande Broek, A., & Vanderleyden, J. (1995). Review: genetics of the *Azospirillum*-plant root association. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 14, 445-466.
- Van Wyk, B., & Wink, M. (2018). *Medicinal Plants of the World*. 519pp. CABI Press. Heidelberg University, Germany.
- Vessey, J.K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255, 571-586.
- WHO (World Health Organization). (2010). *Monographs on selected medicinal plants*, 5, 452p.
- Yehya, N., & Mohamed, N. (2011). Organic vs chemical fertilization of medicinal plants: A Concise Review of researches. *Advances in Environmental Biology*, 5(2), 394-400.
- Youssef, A.A., Edris, A.E., & Gomaa, A.M.A. (2004). Comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. *Plant Annals of Agricultural Science*, 49, 299-311.
- Zheljazkov, V.D., & Warman, P.R. (2004). Source-Separated municipal solid waste compost application to swiss chard and basil. *Journal of Environmental Quality*, 33, 542-552.