



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## بررسی کاربرد بیوجار و سطوح نیتروژن بر گیاه نعنای فلفلی

حسن حقیقت نیا<sup>۱\*</sup>، حسن یزدانی<sup>۲</sup>

۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، فارس، ایران. [hasanhighatnia@yahoo.com](mailto:hasanhighatnia@yahoo.com)

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد داراب، فارس، ایران

### چکیده

گیاه نعنای فلفلی به دلیل خواص دارویی و کاربردهایش در صنایع غذایی و بهداشتی مورد توجه است. با این حال، بهینه‌سازی شرایط رشد برای افزایش عملکرد و کیفیت آن همچنان چالش‌برانگیز است. این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر نیتروژن و بیوجار بر رشد نعنای فلفلی و محتوای عناصر، با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و بصورت گلدانی در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ انجام شد. سطوح بیوجار ۲ تا ۲ درصد وزنی، ارتفاع گیاه را ۲۵ درصد، شاخص کلروفیل را ۲۰ درصد، تعداد برگ را ۱۸ درصد و وزن خشک شاخساره و ریشه را ۱۵ درصد افزایش داد، اما فراتر از این آستانه کاهش یافت. سطوح نیتروژن تا ۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، بترتیب ارتفاع، شاخص کلروفیل و وزن خشک اندام هوایی گیاه را ۳۳/۸، ۳۰ و ۲۸ درصد افزایش داد. غلظت‌های عناصر در اندام‌های هوایی در ۳ درصد بیوجار به اوج خود رسید و بترتیب فسفر و کلسیم را ۱۸/۲ و ۱۵ درصد افزایش داد، در حالی که روی و مس به ترتیب ۱۰ و ۱۲ درصد کاهش یافتند. بطور کلی بر اساس نتایج، مصرف ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک همراه با ۲ درصد بیوجار برای عملکرد بهینه توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بیوجار، سطوح نیتروژن، نعنای فلفلی

### مقدمه

نعنای فلفلی به دلیل محتوای غنی از اسانس‌ها و سایر ترکیبات مانند لیمونن، پیپریتون، پولگون، پینن، سابینن، سینئول و متیل استات (Diaz-Maroto et al., 2008) ارزشمند است. این ترکیبات به ارزش دارویی و تجاری آن کمک می‌کنند. متأسفانه بسیاری از خاک‌های مورد استفاده برای کشت نعنای فلفلی از فقر مواد غذایی و مواد آلی ناکافی رنج می‌برند که منجر به رشد نامناسب گیاه و کاهش عملکرد می‌شود. رفع این کمبودهای خاک برای بهبود تولید نعنای فلفلی بسیار مهم است. تحقیقات قبلی نشان داده است که اصلاح خاک با بیوجار می‌تواند با بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن، باروری خاک را افزایش دهد (Rassaei, 2024). با این حال، شرایط بهینه برای استفاده از بیوجار، به‌ویژه در ترکیب با سطوح مختلف نیتروژن، نامشخص باقی مانده است (Rassaei, 2023).

<sup>۱</sup> . نویسنده مسئول، آدرس: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، فارس، ایران



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



با توجه به نقش حیاتی آب در کشت محصولات و تأثیرات زیست‌محیطی آن، به منظور جلوگیری از استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی، به کارگیری بیوپچار در کشاورزی به عنوان یک استراتژی امیدبخش برای افزایش عملکرد، دسترسی به آب و جذب مواد مغذی مطرح است. بیوپچار نقش محوری در گذار از انقلاب سبز به سیستم‌های کشاورزی پایدار با غنی‌سازی مواد آلی خاک، بهبود حاصلخیزی خاک و به حداقل رساندن اثرات نامطلوب زیست‌محیطی بر منابع آب و خاک ایفا کرده است (Alkharabsheh et al., 2021). با این حال، می‌تواند دسترسی به نیتروژن را در خاک نیز کاهش دهد، به‌ویژه هنگامی که با نسبت بالای کربن به نیتروژن (C/N) و با فرسازگی کانی‌سازی نیتروژن همراه باشد (Pan et al., 2021). نیتروژن، بعنوان یک عنصر حیاتی، تأثیر قابل توجهی بر رشد رویشی و عملکرد محصولات کشاورزی دارد. مازاد آن منجر به افزایش تشکیل گل و میوه می‌شود اما بلوغ را به تأخیر می‌اندازد، کیفیت میوه را به طور نامطلوب تحت تأثیر قرار می‌دهد و مقاومت به بیماری را کاهش می‌دهد (Yahia et al., 2019). محققان بر اهمیت کاربرد متعادل نیتروژن در بهبود عملکرد و کیفیت محصولاتی مانند ذرت و گندم تأکید کرده‌اند. علاوه بر این، ترکیب بیوپچار با نیتروژن نتایج امیدبخشی را در افزایش حاصلخیزی خاک و بهره‌وری محصول نشان داده است (Jeffery et al., 2011). با وجود این یافته‌ها، اثرات خاص ترکیب بیوپچار و نیتروژن بر رشد نعنای فلفلی و ترکیب بیوشیمیایی آن به طور گسترده مورد مطالعه قرار نگرفته است. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف نیتروژن و سطوح بیوپچار بر شاخص‌های رشد و غلظت عناصر در نعنای فلفلی انجام گردیده است.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش بصورت گلدان‌های جداگانه در یک فضای باز و در خاکی با بافت لوم شنی، مواد آلی و مواد غذایی ضعیف در شهرستان حاجی آباد زرین دشت انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۴ سطح نیتروژن (۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم نیتروژن در هر کیلوگرم خاک) و چهار سطح کاربرد بیوپچار (۰، ۱، ۲ و ۳ درصد وزنی) با استفاده از بیوپچار معدنی طبیعی کوهبنان انجام شد. بیوپچار کوهبنان از منابع معدنی محلی به دست می‌آید و از طریق یک روش پیرولیز با دمای بالا پردازش می‌شود که به محتوای بالای کربن آلی و خواص فیزیکی متمایز آن کمک می‌کند. قبل از انجام آزمایش خاک مورد استفاده مورد تجزیه فیزیکی‌وشیمیایی قرار گرفت (جدول ۱). جهت انجام آزمایش ابتدا طبق آزمون خاک گیاه نعنای فلفلی، کمبودهای خاک برطرف شد. هر گلدان حاوی ۸ کیلوگرم بستر خاک یکنواخت بود. در طول آزمایش، آبیاری منظم و مراقبت‌های لازم، از جمله کاربرد کود و مدیریت آفات، برای اطمینان از شرایط رشد بهینه ارائه شد. تیمارهای نیتروژن طی سه مرحله پس از استقرار کامل نشاء انجام شد. گیاهان در طول روز حداقل شش ساعت در معرض نور خورشید قرار می‌گرفتند. برداشت ۷-۸ هفته پس از کاشت، زمانی که گیاهان در اوج گلدهی بودند، با جمع‌آوری جداگانه اندام‌های هوایی و ریشه‌ها برای آنالیزهای آزمایشگاهی انجام شد. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و شاخص کلروفیل (اندازه‌گیری با دستگاه Spad CL-01) بود. جهت اندازه‌گیری عناصر غذایی، پس از شستشوی گیاه با آب مقطر در گرمخانه در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند تا وزن ثابت حاصل شود. سپس به روش خشک سوزانی خاکستر شده و در عصاره حاصل با روش رنگ سنجی به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV-2100، فسفر اندازه‌گیری شد. همچنین برای اندازه‌گیری عناصر



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



کم مصرف آهن، روی، منگنز و مس از دستگاه جذب اتمی مدل PG-990 استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵٪ انجام شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	مواد خنثی شونده (درصد)	کربن آلی (درصد)	فسفر	پتاسیم	منگنز	مس	بور	روی	آهن	بافت
۲/۵	۷/۶	۴۵	۰/۲۲	۸/۰	۲۴۵	۴/۲	۰/۴۶	۰/۴	۱/۴	۶/۲	لوم شنی

( میلی گرم در کیلوگرم خاک )

نتایج و بحث:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هم تأثیر سطوح نیتروژن و هم بیوچار بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و نیز شاخص کلروفیل معنی دار بود. مقایسه میانگین‌ها با روش چند دامنه‌ای دانکن (جدول ۲) نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه از برهمکنش ترکیبات ۷۵ میلی‌گرم نیتروژن با سطوح ۲ و ۳ درصد بیوچار، به ترتیب با ارتفاع ۳۷/۳ و ۳۷/۲ سانتی‌متر حاصل گردید. در تمام تیمارهای نیتروژن، بیشترین افزایش معنی‌دار در ارتفاع گیاه در سطح ۲٪ بیوچار اتفاق افتاد، که نشان‌دهنده تأثیر بهینه آن بر رشد گیاه در ترکیب با تیمارهای نیتروژن است.

جدول ۲- تأثیر تیمارهای آزمایش بر برخی پاسخ‌های گیاهی

شاخص کلروفیل	تعداد برگ	ارتفاع گیاه		وزن خشک هوایی		وزن خشک ریشه		تیمارها	
		سانتی متر	ارتفاع گیاه	گرم	وزن خشک ریشه	سطوح بیوچار	سطوح نیتروژن		
۵/۳ <sup>e</sup>	۴۰/۰ <sup>f</sup>	۲۵/۱ <sup>h</sup>	۴/۴۱ <sup>h</sup>	۱/۲۵ <sup>h</sup>	۰	۰			
۵/۸ <sup>de</sup>	۴۳/۵ <sup>f</sup>	۲۴/۴ <sup>h</sup>	۶/۹۰ <sup>fgh</sup>	۱/۵۳ <sup>gh</sup>	۱	۰			
۶/۸ <sup>Cde</sup>	۵۲/۹ <sup>de</sup>	۲۹/۸ <sup>fg</sup>	۹/۳۹ <sup>cd</sup>	۱/۹۳ <sup>Cdef</sup>	۲	۰			
۵/۸ <sup>de</sup>	۵۲/۲ <sup>de</sup>	۲۷/۷ <sup>gh</sup>	۷/۹۹ <sup>efg</sup>	۱/۶۹ <sup>fg</sup>	۳	۰			
۵/۹ <sup>de</sup>	۴۸/۲ <sup>cd</sup>	۲۷/۷ <sup>gh</sup>	۶/۴۰ <sup>gh</sup>	۱/۷۹ <sup>fg</sup>	۰	۲۵			
۶/۷ <sup>de</sup>	۴۸/۲ <sup>Cdef</sup>	۳۱/۴ <sup>de</sup>	۷/۳۷ <sup>efgh</sup>	۱/۷۴ <sup>fg</sup>	۱	۰			
۷/۸ <sup>bcd</sup>	۵۹/۶ <sup>bcd</sup>	۳۲/۹ <sup>bc</sup>	۱۱/۲۲ <sup>abcd</sup>	۲/۲۵ <sup>abcd</sup>	۲	۰			
۶/۴ <sup>de</sup>	۵۶/۴ <sup>cd</sup>	۳۰/۸ <sup>efg</sup>	۹/۰۴ <sup>defg</sup>	۱/۹۰ <sup>defg</sup>	۳	۰			
۶/۴ <sup>de</sup>	۵۳/۳ <sup>de</sup>	۲۹/۴ <sup>fg</sup>	۸/۶۹ <sup>defg</sup>	۱/۸۳ <sup>efg</sup>	۰	۵۰			
۷/۱ <sup>bcde</sup>	۵۷/۴ <sup>bcd</sup>	۳۵/۰ <sup>abc</sup>	۹/۸۲ <sup>Cde</sup>	۱/۹۹ <sup>cdef</sup>	۱	۰			
۸/۹ <sup>ab</sup>	۷۳/۷ <sup>a</sup>	۳۴/۷ <sup>abcd</sup>	۱۲/۶۵ <sup>ab</sup>	۲/۴۳ <sup>ab</sup>	۲	۰			
۷/۱ <sup>bcde</sup>	۶۵/۲ <sup>b</sup>	۳۳/۴ <sup>bcde</sup>	۹/۹۸ <sup>bcde</sup>	۲/۰۶ <sup>bcdef</sup>	۳	۰			
۷/۳ <sup>bcde</sup>	۶۱/۷ <sup>bc</sup>	۳۲/۴ <sup>Cdef</sup>	۱۳/۶۵ <sup>a</sup>	۲/۲۷ <sup>abcd</sup>	۰	۷۵			
۸/۷ <sup>abc</sup>	۶۴/۵ <sup>b</sup>	۳۶/۳۸ <sup>ab</sup>	۱۲/۹۹ <sup>a</sup>	۲/۲۰ <sup>bcde</sup>	۱	۰			
۱۰/۳ <sup>a</sup>	۸۰/۷ <sup>a</sup>	۳۷/۳ <sup>a</sup>	۱۳/۷۷ <sup>a</sup>	۲/۶۲ <sup>a</sup>	۲	۰			



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



۱۰/۰<sup>a</sup>

۷۴/۵<sup>a</sup>

۳۷/۲<sup>a</sup>

۱۲/۱۲<sup>abc</sup>

۲/۳۳<sup>abc</sup>

۳

حروف مشابه در هر ستون غیر معنی دار است.

در تمام سطوح نیتروژن، تا سطح ۲٪ بیوچار، تعداد برگ به طور مداوم افزایش یافت. با این حال، فراتر از این سطح بیوچار روند مثبت در تعداد برگ را مختل کرد، که احتمالاً به دلیل اثرات منفی بیوچار بیش از حد است. بالاترین میانگین تعداد برگ از برهمکنش ۷۵ میلی گرم نیتروژن با سطوح ۲٪ و ۳٪ بیوچار، و همچنین برهمکنش ۵۰ میلی گرم نیتروژن با ۲٪ بیوچار به دست آمد. تأثیر ترکیبی بیوچار و نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ افزایش مداوم تا سطح ۲٪ بیوچار را نشان داد. به طور خاص، تیمار با ۲٪ بیوچار و ۷۵ میلی گرم نیتروژن بالاترین شاخص کلروفیل را با ۱۰/۳ واحد به دست آورد که بهبود قابل توجهی را نشان می دهد. برهمکنش بین ۵۰ میلی گرم نیتروژن و ۲٪ بیوچار نیز بالاترین گروه آماری را تشکیل داد و تأثیر قابل توجهی بر شاخص کلروفیل بدون اختلاف معنی دار نشان داد. وزن خشک اندام های هوایی با بیوچار تا ۲٪ افزایش یافت اما فراتر از این آستانه کاهش یافت. این کاهش در وزن خشک در سطوح بالاتر بیوچار می تواند به عدم تعادل احتمالی مواد مغذی یا تغییرات در ساختار خاک که مانع رشد بهینه گیاه می شود، نسبت داده شود. نرخ کاهش به ترتیب ۱۴/۵٪، ۱۵/۱٪، ۱۵٪ و ۱۱٪ در سطوح نیتروژن ۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی گرم بود. به نظر می رسد افزایش نیتروژن برخی از اثرات نامطلوب درصد های بالاتر بیوچار بر وزن اندام های هوایی را کاهش می دهد، که احتمالاً با افزایش دسترسی به مواد مغذی و رشد کلی گیاه همراه است. هیچ تفاوت آماری معنی داری بین تیمارهای ۲٪ و ۳٪ بیوچار در تمام سطوح نیتروژن مشاهده نشد. در سطح ۷۵ میلی گرم نیتروژن، تمام تیمارهای بیوچار به طور مشابهی بدون تفاوت معنی دار بر وزن خشک ریشه تأثیر گذاشتند. علاوه بر این، هیچ تفاوت معنی داری بین تیمارهای ۲٪ بیوچار در غلظت های نیتروژن ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی گرم مشاهده نشد.

تأثیر نیتروژن و بیوچار بر غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه نعنای فلفلی

نتایج نشان داد که هم تاثیر سطوح نیتروژن و هم سطوح بیوچار و نیز برهمکنش آنها بر غلظت عناصر غذایی در گیاه نعنای فلفلی معنی دار بود. جدول ۳ مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف فسفر و بیوچار را نشان می دهد. همانگونه که از داده های این جدول برمی آید برهمکنش سطوح ۲٪ و ۳٪ بیوچار بدون اختلاف معنی دار با ۷۵ میلی گرم نیتروژن بالاترین غلظت های فسفر را نشان داد. غلظت پتاسیم و کلسیم تحت تاثیر سطوح بیوچار تا ۲٪ و سطوح نیتروژن تا ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم قرار نگرفت. بالاترین غلظت کلسیم به میزان ۴/۰۱ درصد از برهمکنش تیمار ۷۵ میلی گرم نیتروژن با ۳ درصد بیوچار بدست آمد. غلظت روی رابطه معکوسی با سطوح بیوچار نشان داد و با افزایش سطوح بیوچار کاهش یافت. این روند ممکن است به دلیل تغییرات در pH خاک یا تعاملات سایر مواد غذایی که بر دسترسی روی تأثیر می گذارد، باشد که این موضوع پیچیدگی اثرات بیوچار بر دسترسی عناصر را برجسته می کند. سطوح بالاتر نیتروژن غلظت روی را، به ویژه در تیمارهای بدون بیوچار افزایش داد. غلظت مس نیز با افزایش سطوح بیوچار کاهش یافت و بالاترین غلظت ها را در تیمارهای بدون بیوچار و نیتروژن افزایش یافته نشان داد. غلظت های آهن و منگنز با افزایش سطوح بیوچار افزایش یافت، بطوری که بالاترین غلظت ها در تیمارهای ۳٪ بیوچار بود. سطوح بالای نیتروژن به طور معنی داری غلظت منگنز را افزایش داد و بالاترین غلظت ثبت شده در ۷۵ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک بود.



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



نتیجه گیری

این مطالعه نشان می‌دهد که ترکیب نیتروژن و بیوپچار به طور قابل توجهی رشد نعنای فلفلی، از جمله ارتفاع گیاه، تعداد برگ، شاخص کلروفیل و وزن خشک اندام هوایی و ریشه را بهبود می‌بخشد. به طور خاص، استفاده از ۷۵ میلی‌گرم نیتروژن در هر

کیلوگرم خاک با ۲٪ بیوپچار در اکثر موارد منجر به بهترین نتایج رشد می‌شود. این تیمارها، دسترسی به مواد مغذی و سلامت گیاه را افزایش می‌دهند و با بهبود حاصلخیزی خاک و کاهش بالقوه تخریب خاک، به کشاورزی پایدار کمک می‌کنند. با این حال، تحقیقات بیشتری برای درک تأثیرات بلندمدت بر سلامت خاک و کیفیت محصول مورد نیاز است. استفاده بیش از حد از این تیمارها ممکن است بر خواص خاک و جوامع میکروبی تأثیر بگذارد. مطالعات آینده باید انواع مختلف بیوپچار، زمان‌بندی کاربرد و امکان‌سنجی اقتصادی آنها را بررسی کنند تا شیوه‌های کشاورزی پایدار و مؤثر تضمین شود.

جدول ۳- تاثیر تیمارهای آزمایش بر غلظت عناصر غذایی در گیاه نعنای فلفلی

تیمارها	فسفر	پتاسیم	کلسیم	آهن	منگنز	روی	مس	
سطوح نیتروژن	سطوح بیوپچار	درصد	میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک					
۰	۰	۰/۱۳۹ <sup>g</sup>	۱/۴۲ <sup>j</sup>	۰/۸۵ <sup>d</sup>	۷۶/۱ <sup>f</sup>	۹۲/۰ <sup>g</sup>	۲۹/۲ <sup>h</sup>	۹/۸ <sup>fg</sup>
۱	۱	۰/۱۴۴ <sup>fg</sup>	۱/۵۶ <sup>i</sup>	۰/۸۷ <sup>d</sup>	۸۰/۸ <sup>f</sup>	۱۰۶/۴ <sup>fg</sup>	۲۸/۹ <sup>h</sup>	۸/۹ <sup>g</sup>
۲	۲	۰/۱۴۶ <sup>f</sup>	۱/۵۸ <sup>hi</sup>	۰/۹۱ <sup>d</sup>	۸۹/۷ <sup>e</sup>	۱۰۸/۲ <sup>f</sup>	۲۵/۵ <sup>i</sup>	۷/۶ <sup>h</sup>
۳	۳	۰/۱۴۶ <sup>f</sup>	۱/۶۶ <sup>gh</sup>	۰/۹۲ <sup>d</sup>	۹۲/۱ <sup>e</sup>	۱۱۴/۱ <sup>ef</sup>	۲۴/۲ <sup>i</sup>	۷/۴ <sup>i</sup>
۰	۰	۰/۱۴۷ <sup>ef</sup>	۱/۷۰ <sup>g</sup>	۰/۹۴ <sup>d</sup>	۹۶/۱ <sup>e</sup>	۱۱۴/۹ <sup>ef</sup>	۳۳/۱ <sup>ef</sup>	۱۰/۵ <sup>ef</sup>
۲۵	۱	۰/۱۴۷ <sup>ef</sup>	۱/۷۱ <sup>fg</sup>	۰/۹۷ <sup>d</sup>	۹۸/۶ <sup>e</sup>	۱۱۷/۵ <sup>ef</sup>	۳۱/۷ <sup>fg</sup>	۱۰/۴ <sup>ef</sup>
۲	۲	۰/۱۴۹ <sup>ef</sup>	۱/۷۳ <sup>fg</sup>	۱/۰۲ <sup>d</sup>	۱۱۳/۸ <sup>d</sup>	۱۲۵/۲ <sup>de</sup>	۳۱/۶ <sup>fg</sup>	۱۰/۳ <sup>ef</sup>
۳	۳	۰/۱۵۳ <sup>e</sup>	۱/۷۹ <sup>ef</sup>	۱/۰۴ <sup>d</sup>	۱۱۴/۰ <sup>d</sup>	۱۳۶/۷ <sup>cd</sup>	۳۱/۱ <sup>g</sup>	۹/۹ <sup>ef</sup>
۰	۰	۰/۱۵۳ <sup>e</sup>	۱/۷۹ <sup>ef</sup>	۱/۱۲ <sup>d</sup>	۱۱۶/۸ <sup>d</sup>	۱۴۰/۸ <sup>c</sup>	۳۴/۷ <sup>de</sup>	۱۱/۶ <sup>cd</sup>
۵۰	۱	۰/۱۵۹ <sup>d</sup>	۱/۸۴ <sup>e</sup>	۱/۴۲ <sup>c</sup>	۱۱۸/۰ <sup>d</sup>	۱۴۶/۴ <sup>c</sup>	۳۳/۸ <sup>e</sup>	۱۰/۹ <sup>de</sup>
۲	۲	۰/۱۶۳ <sup>d</sup>	۱/۸۸ <sup>e</sup>	۱/۴۸ <sup>c</sup>	۱۲۱/۶ <sup>cd</sup>	۱۴۷/۳ <sup>c</sup>	۳۳/۸ <sup>e</sup>	۱۰/۹ <sup>de</sup>
۳	۳	۰/۱۶۹ <sup>c</sup>	۱/۹۸ <sup>d</sup>	۱/۶۱ <sup>c</sup>	۱۲۷/۵ <sup>c</sup>	۱۸۴/۹ <sup>b</sup>	۳۳/۲ <sup>ef</sup>	۱۰/۷ <sup>def</sup>
۰	۰	۰/۱۷۲ <sup>c</sup>	۲/۰۰ <sup>d</sup>	۲/۴۰ <sup>b</sup>	۱۴۱/۷ <sup>b</sup>	۱۹۲/۷ <sup>b</sup>	۴۳/۵ <sup>a</sup>	۱۴/۸ <sup>a</sup>
۷۵	۱	۰/۱۸۴ <sup>b</sup>	۲/۱۴ <sup>c</sup>	۲/۵۳ <sup>b</sup>	۱۵۴/۱ <sup>a</sup>	۱۹۴/۸ <sup>b</sup>	۳۸/۴ <sup>b</sup>	۱۳/۷ <sup>b</sup>
۲	۲	۰/۱۹۳ <sup>a</sup>	۲/۲۹ <sup>d</sup>	۲/۶۱ <sup>b</sup>	۱۵۹/۳ <sup>a</sup>	۱۹۵/۸ <sup>b</sup>	۳۶/۷ <sup>c</sup>	۱۲/۲ <sup>c</sup>
۳	۳	۰/۱۹۸ <sup>a</sup>	۲/۴۷ <sup>a</sup>	۴/۰۱ <sup>a</sup>	۱۶۳/۸ <sup>a</sup>	۲۲۱/۳ <sup>a</sup>	۳۵/۹ <sup>cd</sup>	۱۲/۱ <sup>c</sup>

حروف مشابه در هر ستون غیر معنی دار است.



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
02-04 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۴ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد دارب، جناب دکتر شریعتی و ریاست وقت جهاد کشاورزی شهرستان زرین دشت بخاطر همکاری‌های لازم کمال تشکر و قدردانی داریم.

## منابع

1. Alkharabsheh, H. M., Seleiman, M. F., Battaglia, M. L., Shami, A., Jalal, R. S., Alhammad, B. A., Al-Saif, A. M. 2021. Biochar and Its Broad Impacts in Soil Quality and Fertility, Nutrient Leaching and Crop Productivity: A Review. *Agronomy*, 11(5), 993.
2. Díaz-Maroto, M. C., Castillo, N., Castro-Vázquez, L., Torres, C. d., & Pérez-Coello, M. S. 2008. Authenticity Evaluation of Different Mints based on their Volatile Composition and Olfactory Profile. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 11(1), 1-16.
3. Jeffery, S., Verheijen, F. G. A., van der Velde, M., & Bastos, A.C. 2011. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using metaanalysis. *Agriculture, ecosystems & environment*, 144(1), 175-187.
4. Pan, S.-Y., Dong, C.-D., Su, J.-F., Wang, P.-Y., Chen, C.-W., Chang, J.-S., . . . Hung, C.-M. 2021. The Role of Biochar in Regulating the Carbon, Phosphorus, and Nitrogen Cycles Exemplified by Soil Systems. *Sustainability*, 13(10), 5612.
5. Rassaei, F. 2023. Biochar Effects on Rice Paddy Cadmium Contaminated Calcareous Clay Soil: A Study on Adsorption Kinetics and Cadmium Uptake. *Paddy and Water Environment*, 21(3), 389-400.
6. Rassaei, F. 2024. Rice yield and carbon dioxide emissions in a paddy soil: A comparison of biochar and polystyrene microplastics. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 43(1), e14217.
7. Yahia, E. M., Gardea-Béjar, A., Ornelas-Paz, J. d. J., Maya-Meraz, I. O., Rodríguez-Roque, M. J., Rios-Velasco, C., Salas-Marina, M. A. 2019. Chapter 4 – Preharvest Factors Affecting Postharvest Quality. In E. M. ahia (Ed.), *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities* (pp. 99-128). Woodhead publishing.

## Investigating the application of biochar and nitrogen levels on peppermint plants

### Abstract

Peppermint is of interest due to its medicinal properties and applications in the food and health industries. However, optimizing growth conditions to increase its yield and quality remains challenging. This study aimed to evaluate the effects of nitrogen and biochar on peppermint growth and nutrient content using a factorial experiment in a randomized complete block design with four replications conducted in pots during the 2022-2023 growing season. Biochar levels up to 2% by weight increased plant height by 25%, chlorophyll index by 20%, leaf number by 18%, and shoot and root dry weight by 15%, but values decreased beyond this threshold. Nitrogen levels up to 75 mg/kg of soil increased plant height, chlorophyll index, and shoot dry weight by 33.8, 30, and 28%, respectively. Element concentrations in shoots peaked at 3% biochar, increasing phosphorus and calcium by 18.2% and 15%, respectively, while zinc and copper decreased by 10% and 12%, respectively. Overall, based on the results, the application of 50 mg of nitrogen per kg of soil with 2% biochar is recommended for optimal performance.



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
02-04 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۱ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب  
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران  
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



**Key words:** Biochar, Nitrogen level, Peppermint.