Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Soil Management and Sustainable Production

Print ISSN: 2322-1267
Online ISSN: 2322-1275

Soil Science Society of Iran

(OPEN ACCESS)

Culture medium and vermiwash effects on olive cutting rooting and its growth

Seyedeh Zahra Mousavi[1], Reza Ebrahimi Gaskarei[*2], Akbar Forghani[3], Abdollah Hatamzadeh[4]

1. M.Sc. Student of Soil Science, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: zahra.mousavi886@gmail.com
2. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Soil Science, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: rezaebrahimi@guilan.ac.ir
3. Associate Prof., Dept. of Soil Science, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: forghani@guilan.ac.ir
4. Professor, Dept. of Horticulture Science, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: hatamzadeh@guilan.ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 06.10.2024
Revised: 10.17.2024
Accepted: 10.19.2024

Keywords:
Integrated culture medium,
Perlite,
Rooting stimulator,
Sand,
Single culture medium,
Solopeat

ABSTRACT

Background and Objectives: The area under olive cultivation in Iran is reported to be about 60,000 hectares. One of the main problems of olive propagation with cuttings is that the cuttings are difficult to root. The type of substrate, humidity, depth, drainage, temperature, cutting time, cutting quality, treatment of cuttings before or after cutting with regulators and the optimal concentration of these regulators are among the most important factors that are of interest to researchers to increase rooting. Considering the economic value of olive seedling production from cutting, identification of culture media and methods of improvement of rooting percentage are economically important. Due to the low rooting percentage and the slow speed of the rooting process of olive cuttings, rooting hormones are usually used for the propagation of this product. This research was conducted to investigate the effect of using organic liquid fertilizer (Vermiwash) on the rooting of olive cuttings in five types of culture media.

Materials and Methods: The effect of rooting media and root-inducing factors on the rooting percentage and growth of yellow olive cuttings was investigated through a factorial experiment in a completely randomized design with three replicates under greenhouse conditions. The factors included rooting media (river sand, perlite, solopeat, river sand + perlite & river sand + solopeat) and root-inducing treatments (deep well water as control, vermiwash, and indole-3-butyric acid hormone). After preparing the rooting media, one-third of the cuttings were treated with the rooting hormone before planting and irrigated with deep well water during the rooting and growth period. The remaining cuttings, after planting in the media, were irrigated as needed with either deep well water or diluted vermiwash.

Results: Results showed that the highest percentage of rooting and growth of rooted cuttings were obtained in integrated culture media (sand + perlite & sand + solopeat) compared to single culture media (sand, perlite, solopeat). Furthermore, among the single cultivation substrates, lowest percentage of rooting and growth of cuttings was obtained in sand. The highest content of nitrogen, phosphorus and potassium in the leaves of the

Uncorrected Proof

rooted cuttings was obtained in integrated culture media. Mostly, the highest percentage of rooting, the maximum of root growth in rooted cuttings, as well as, maximum amount of nutrients in leaves of the cuttings were obtained in the mediums treated with vermiwash, but in most cases, there was no significant difference between vermiwash and IBA.

Conclusion: It is recommended to use integrated culture media including sand + perlite or sand + solopeat for the rooting of Yellow olive variety cuttings by applying fertigation treatment with organic liquid fertilizer (vermiwash) instead of IBA hormone.

Cite this article: Mousavi, Seyedeh Zahra, Ebrahimi Gaskarei, Reza, Forghani, Akbar, Hatamzadeh, Abdollah. 2025. Culture medium and vermiwash effects on olive cutting rooting and its growth. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 15 (1), 145-165.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejsms.2025.22510.2156
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Uncorrected Proof

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
شاپا چاپی: ۱۲۶۷-۲۳۲۲
شاپا آنلاین: ۱۲۷۵-۲۳۲۲
انجمن علوم خاک ایران

تأثیر نوع بستر کشت و ورمی‌واش بر ریشه‌زایی قلمه زیتون و رشد آن

سیده زهرا موسوی[۱]، رضا ابراهیمی گسکرئی*[۲]، اکبر فرقانی[۳]، عبدالله حاتم‌زاده[٤]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم خاک، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: zahra.mousavi886@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: rezaebrahimi@guilan.ac.ir
۳. دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: forghani@guilan.ac.ir
٤. استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: hatamzadeh@guilan.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۰۳/۲۱
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۳/۰۷/۲٦
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰۷/۲۸

واژه‌های کلیدی:
بستر کشت تلفیقی،
بستر کشت ساده،
پرلیت،
سولوپیت،
ماسه،
محرک ریشه‌زا

چکیده

سابقه و هدف: سطح زیر کشت زیتون در کشورمان حدود ٦۰۰۰۰ هکتار گزارش شده است. یکی از مشکلات اصلی تکثیر زیتون با قلمه، سخت ریشه‌زا بودن قلمه زیتون است. نوع بستر کشت، زهکشی بستر کشت، دما، عمق، رطوبت، زمان قلمه‌گیری، کیفیت قلمه، تیمار قلمه‌ها پیش یا پس از قلمه‌گیری با هورمون ها یا تنظیم‌کننده‌ها و غلظت این مواد، از مهم‌ترین عامل‌هایی هستند که برای افزایش ریشه‌زایی مورد توجه پژوهش‌گران است. با توجه به ارزش اقتصادی تولید نهال زیتون از قلمه، شناسایی بسترهای کشت و روش‌های بهبود درصد ریشه‌زایی، اهمیت اقتصادی دارد. به‌دلیل درصد ریشه‌زایی پایین و سرعت کم فرایند ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون، معمولاً از هورمون‌های ریشه‌زا برای تکثیر این محصول با قلمه، استفاده می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی اثر ورمی‌واش بر ریشه‌زائی قلمه‌های زیتون در پنج نوع بستر کشت در مقایسه با هورمون انجام شد.

مواد و روش‌ها: تأثیر بستر کشت و عوامل محرک ریشه‌زایی بر درصد ریشه‌زایی و رشد قلمه‌های رقم زرد زیتون به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. فاکتورها شامل بستر کشت (ماسه رودخانه‌ای، پرلیت، سولوپیت، ماسه رودخانه‌ای + پرلیت، ماسه رودخانه‌ای + سولوپیت) و محرک ریشه‌زایی (آب چاه عمیق به‌عنوان شاهد، ورمی‌واش و هورمون ایندول بوتیریک اسید) بود. بعد از آماده شدن بسترهای کشت، یک سوم قلمه‌ها قبل از غرس با هورمون ریشه‌زایی تیمار و در دوره ریشه‌زایی و رشد، با آب چاه، و بقیه قلمه‌ها بعد از غرس در بسترها، یا با آب چاه و یا با ورمی‌واش رقیق شده، در مواقع نیاز آبیاری شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد بیش‌ترین درصد ریشه‌زائی و بیش‌ترین رشد قلمه‌های ریشه‌دار شده در بسترهای کشت تلفیقی (ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت) در مقایسه با بسترهای کشت ساده

Uncorrected Proof

(ماسه، پرلیت و سولوپیت) به‌دست آمد. کم‌ترین درصد ریشه‌زائی و رشد قلمه‌ها در ماسه حاصل شد. بیش‌ترین مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ قلمه‌های ریشه‌دارشده در بسترهای کشت تلفیقی به‌دست آمد. علاوه بر این، در اغلب موارد درصد ریشه‌زایی، رشد ریشه در قلمه‌های ریشه‌دار شده و هم‌چنین مقدار عناصر غذایی در برگ قلمه‌ها در بسترهای تیمار شده با ورمی‌واش و هورمون رشد، تفاوت معنی‌دار نداشت.

نتیجه‌گیری: استفاده از بسترهای کشت تلفیقی شامل: ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت در مقایسه با بسترهای ساده شامل ماسه، پرلیت و سولوپیت برای ریشه‌زایی قلمه رقم زرد زیتون کود آبیاری‌شده با ورمی‌واش تولیدی شرکت فناور کود طبیعت بجای هورمون IBA، قابل‌توصیه است.

استناد: موسوی، سیده زهرا، ابراهیمی گسکرئی، رضا، فرقانی، اکبر، حاتم‌زاده، عبدالله (۱۴۰۴). تأثیر نوع بستر کشت و ورمی‌واش بر ریشه‌زایی قلمه زیتون و رشد آن. *نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار*، ۱۵ (۱)، ۱۶۵-۱۴۵.
DOI: 10.22069/ejsms.2025.22510.2156

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

Uncorrected Proof

مقدمه

سطح زیر کشت زیتون در ایران حدود ٦٠٠٠٠ هکتار گزارش شده است (١). یکی از مشکلات اصلی تکثیر زیتون با قلمه، سخت ریشه‌زا بودن قلمه آن است. نوع بستر، رطوبت، عمق، زهکشی، دما، سن قلمه، زمان قلمه‌گیری، قطر و طول قلمه، تیمار قلمه‌ها پیش یا پس از قلمه‌گیری با تنظیم‌کننده‌ها و غلظت بهینه این مواد از مهم‌ترین عامل‌هایی هستند که برای افزایش ریشه‌زایی مورد توجه پژوهش‌گران هستند. با توجه به ارزش اقتصادی تولید نهال زیتون از قلمه، شناسایی بستر کشت قلمه و روش‌های بهبود درصد ریشه‌زایی، از نظر اقتصادی مهم است. درصد ریشه‌زایی مستقیماً متأثر از بستر کشت است (٢). سولوپیت یک بستر کشت بدون خاک جدید است که از پسماند کارخانجات شالیکوبی تولید و به عنوان اختراع ثبت شده است. ماده اولیه برای تولید این پیت، پوسته بیرونی شلتوک است که از کارخانه شالیکوبی تهیه و در محوطه بیرون کارگاه تولیدی شرکت فناور کود طبیعت، به شکل هرم درآورده شد. سپس قارچ‌های تریکودرما و مقدار ٠/٠٥ لیتر محلول حاوی میکروارگانیسم‌های مؤثر (EM) به ماده اولیه اضافه و در طول فرآیند تجزیه و تبدیل، رطوبت و تهویه توده با تناوب آبیاری و هوادهی، کنترل و برای جلوگیری از هدررفتن گرما، زیر و سطح توده، به‌طور کامل با پلاستیک پوشانده شد. بعد از چهار ماه، پیت از الک ٤ میلی‌متری، عبور و ارزیابی‌های مربوط به بلوغ شامل آزمون جوانه‌زنی و رشد گیاهچه، تنفس میکروبی، رنگ، pH و EC در آن انجام شد. سولوپیت به عنوان بستر جایگزین کوکوپیت در صنعت گل و گیاه قابل‌استفاده است (٣). یکی از تیمارهای مورد توجه در سال‌های اخیر، ورمی‌واش است. واحد تولید ورمی‌واش بخشی از تکنولوژی تولید ورمی‌کمپوست است. ورمی‌واش در اثر عبور آب از ورمی‌کمپوست و کرم‌های مولد آن، جمع‌آوری می‌شود (٤). این مایع ارزشمند دارای تنظیم‌کننده‌های رشد و هیومیک اسید است، بنابراین اثربخشی آن در ازدیاد گیاهان با قلمه باید بررسی شود (٥ و ٦). به احتمال زیاد دلایل افزایش وزن تر و خشک ریشه قلمه‌ها پس از تیمار با این عصاره عبارتند از: تأمین مواد مغذی مورد نیاز برای رشد ریشه‌ها، افزایش جذب آب و مواد معدنی در اثر رشد بهتر ریشه‌ها، تحریک رشد سلولی و افزایش طول و ضخامت ریشه‌ها و افزایش سطح جذب مواد مغذی. به‌دلیل درصد پایین ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون، این پژوهش با هدف بررسی اثر ورمی‌واش[1] در مقایسه با هورمون IBA وارداتی از کشور آلمان بر ریشه‌زائی قلمه‌های رقم زرد زیتون در پنج نوع بستر کشت در گلخانه، بررسی شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار در گلخانه مهدی ملکی در طارم بر روی قلمه‌های رقم زرد قلمه‌گیری شده از باغ زیتون ایستگاه تحقیقات کشاورزی طارم اجرا شد. تیمارها شامل، پنج نوع بستر کشت و سه فاکتور ریشه‌زا (آب چاه، کود ورمی‌واش رقیق شده با آب چاه و هورمون IBA حل شده با آب چاه) بود. بستر کشت اول (ماسه)، بستر کشت دوم (پرلیت)، بستر کشت سوم (سولوپیت)، بستر کشت چهارم (ماسه + پرلیت ٢:١) و بستر کشت پنجم (ماسه + سولوپیت ٢:١) بودند. سولوپیت یک محصول ثبت اختراع شده، تولیدی شرکت فناور کود طبیعت و یک بستر کشت بدون خاک است که از پسماند کارخانجات شالیکوبی تولید می‌شود (٣). از این پیت، به عنوان بستر کشت

1- Vermiwash

Uncorrected Proof

استفاده شد. ورمی‌واش مصرفی در این پژوهش نیز یک محصول ثبت اختراع شده و تولیدی شرکت فناور کود طبیعت است که ضمن دارابودن ترکیبات آلی، عناصر ضروری پرمصرف و کم‌مصرف را نیز به مقدار کم دارد. ورمی‌واش غلیظ بعد از رقیق شدن و رساندن به EC=۰/۳ m.mho/cm، هر دو هفته یکبار، در دوره رشد قلمه‌ها، به عنوان کود آبیاری، مصرف شد. هورمون IBA در ابتدای کشت با غلظت ٤۰۰۰ mg/L استفاده شد. هدایت الکتریکی آب چاه عمیق مورد استفاده EC=۰/۳ m.mho/cm بود. برای هر تیمار ۱۲ قلمه برگ‌دار سالم از سرشاخه‌های جوان (۲-۱ ساله) با قطر (۲/۵-۲ سانتی‌متر)، طول (۲۰-۱۵ سانتی‌متر)، تعداد برگ (۳-۲ عدد) و جوانه (٤-۳ عدد) برابر، انتخاب شدند. قبل از کشت، قلمه‌ها با قارچ‌کش کاربوکسین تیرام، ضدعفونی و بعد از ۱۰ ثانیه قراردادن در هورمون IBA، بلافاصله در بسترها کشت شدند. قلمه‌های کشت شده به مدت ۹۰ روز در گلخانه مجهز به سیستم مه‌افشان با دمای ۳۰-۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی بالای ۸۰ درصد، رشد کردند. سپس درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه، طول ریشه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، تعداد برگ، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، وزن تر شاخه، وزن خشک شاخه، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه، ارتفاع نهال و نیز مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ قلمه‌های ریشه‌دارشده با روش خاکستر خشک تعیین شد (۷). پس از ثبت داده‌ها و اطمینان از نرمال بودن آن‌ها، تجزیه واریانس با نرم‌افزار SAS نسخه ۹ و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن، انجام و برای بیان بهتر و شفاف‌تر نتایج، از روش برش‌دهی، بر اساس نوع بستر کشت، استفاده شد.

نتایج و بحث

تغییرات صفات مرتبط با ریشه‌زایی قلمه زیتون: اثرات ساده و متقابل نوع بستر کشت و تیمارهای ریشه‌زا بر درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسات میانگین نشان داد که قلمه‌ها در بستر ماسه + پرلیت با ۳۹/٦۷ درصد و در ماسه + سولوپیت با ۳۵/۳۲ درصد افزایش، بیش‌ترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. کم‌ترین درصد ریشه‌زایی در ماسه برابر ۱۱/ ۲۳ درصد به‌دست آمد (جدول ۱). افزودن پرلیت و سولوپیت به ماسه با تنظیم نسبت هوا و رطوبت، ریشه‌زایی را بهبود بخشید (۸). هم‌چنین در بستر سبک تر، ریشه‌دوانی قلمه‌ها راحت‌تر است (۹). در بین تیمارهای ریشه‌زا، ورمی‌واش در بسترهای تلفیقی بیش‌ترین ریشه‌زائی را داشت (شکل ۱). ورمی‌واش باعث تحریک ریشه‌زایی قلمه‌ها می‌شود (۱۰). تیمار قلمه‌ها با IBA روشی متداول برای بهبود ریشه‌زایی قلمه ها در باغبانی است (۱۱) که با تحریک تقسیم سلولی در ناحیه کالوس، ریشه‌زایی را تسهیل و با افزایش جذب آب و مواد مغذی، منجر به رشد سریع‌تر قلمه‌ها می‌شود (۱۲).

Uncorrected Proof

جدول ۱- اثرات بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زائی بر صفات مرتبط با ریشه‌زایی قلمه رقم زرد زیتون.

Table 1. Culture media effects and rooting treatments on traits related to Yellow cultivar rooting of olive cutting.

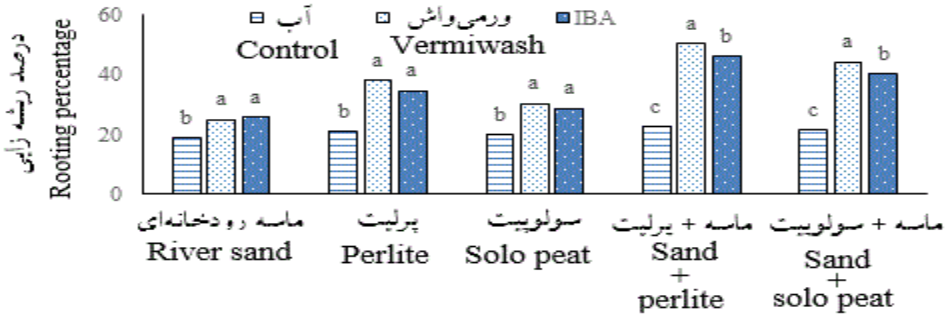
منبع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean Square				
		درصد ریشه‌زائی Rooting percentage	تعداد ریشه Number of roots	طول ریشه Root length	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight
بستر کشت Culture medium	4	400.18**	45.14**	10.05**	583.63**	34.09**
تیمار ریشه‌زا Rooting treatment	2	1224.07**	273.15**	37.43**	170.23**	152.73**
بستر کشت × تیمار ریشه‌زا Culture medium * Rooting treatment	8	62.79**	3.63**	0.88**	100.88**	3.76**
خطای آزمایشی Experiment error	30	0.86	0.68	0.04	0.82	0.35
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation (%)	-	2.99	6.57	4.72	3.89	8.68

نوع بستر کشت Culture medium type	درصد ریشه‌زائی Rooting percentage	تعداد ریشه Number of roots	طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm)	وزن تر ریشه (گرم) Root fresh weight (gr)	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (gr)
ماسه رودخانه‌ای River sand	23.11 [e]	9.78 [d]	3.24 [e]	14.19 [a]	4.81 [e]
پرلیت Perlite	31.22 [c]	11.89 [c]	4.48 [c]	22.90 [c]	6.47 [c]
سولوپیت Solo peat	26.33 [d]	12.00 [c]	3.93 [d]	17.30 [d]	5.52 [d]
ماسه + پرلیت Sand + perlite	39.67 [a]	15.78 [a]	5.98 [a]	34.28 [a]	9.69 [a]
ماسه + سولوپیت Sand + solo peat	35.32 [b]	13.67 [b]	5.11 [b]	27.74 [b]	7.86 [b]

** معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱، حروف مشابه نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطوح متناظر با آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشد

** is significant at 1% - same letters indicate non-significance at levels corresponding to Duncan's new multiple range test

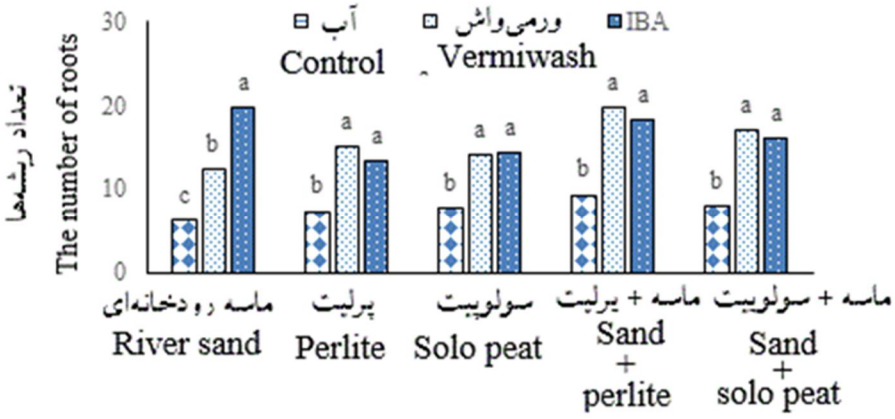
Uncorrected Proof



شکل ۱- اثر تیمارها بر ریشه‌زائی (ستون‌ها با حروف مشابه مطابق با آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 1. Effect of treatments on cuttings rooting (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

تعداد ریشه: طبق تجزیه واریانس داده‌ها، تعداد ریشه به‌طور معنی‌دار تحت‌تأثیر اثرات ساده و متقابل بستر کشت قرار گرفت (جدول ۱). در بستر ماسه + پرلیت ۱۵/۷۸ و ماسه + سولوپیت ۱۳/٦۷ بیش‌ترین و در ماسه با ۹/۷۸ کم‌ترین تعداد ریشه و در تیمارهای ریشه‌زایی نیز در تمام بسترهای آبیاری‌شده با ورمی‌واش یا هورمون ریشه‌زا از نظر تعداد ریشه تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد فقط در بستر ماسه رودخانه‌ای هورمون نتایج بهتری داشت (شکل ۲).

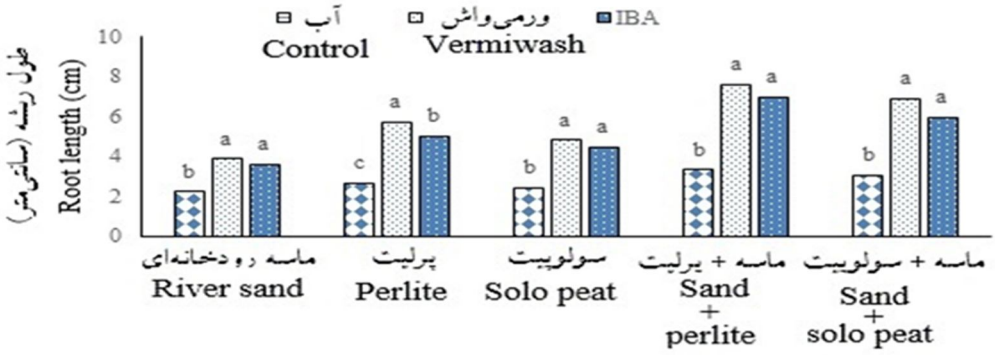


شکل ۲- اثر تیمارهای به‌کار رفته بر تعداد ریشه (ستون‌ها با حرف مشابه طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 2. Effect of applied treatments on the number of roots in the cuttings (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

طول ریشه: طول ریشه در قلمه‌ها تحت‌تأثیر اثرات ساده و اثرات متقابل بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زا قرار گرفت. بلندترین طول ریشه در بسترهای تلفیقی یعنی ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت، اندازه‌گیری شد (جدول ۱). بهبود جریان هوا در مخلوط ماسه + پرلیت، تهویه مناسب برای ریشه را فراهم و در نتیجه به افزایش طول ریشه کمک کرد. سولوپیت نیز در بستر کشت تلفیقی، با بهینه کردن رطوبت، طول ریشه را افزایش می‌دهد (۱۳). در تمام بسترها قلمه‌های آبیاری شده با ورمی‌واش طول ریشه

بلندتری داشت ولی از نظر آماری فقط در بستر پرلیت تفاوت معنی‌دار بود (شکل ۳). ورمی‌واش حاوی اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، مواد آلی و معدنی است که باعث تحریک رشد ریشه می‌شود (۱۱). ورمی‌واش غنی از اکسین و جیبرلین است. اکسین باعث رشد سلول‌های ریشه و جیبرلین باعث افزایش طول سلول‌های ریشه می‌شود. ورمی‌واش به جلوگیری از بیماری‌های قارچی و باکتریایی کمک می‌کند. ترکیب ورمی‌واش باعث ایجاد یک محیط سالم برای رشد بهتر ریشه می‌شود (۱٤). تیمار قلمه‌ها با هورمون، باعث افزایش طول ریشه‌ها شد که به دلیل تأثیر مستقیم این هورمون بر تکثیر سلولی است. ایندول بوتریک اسید مانند هورمون اکسین عمل می‌کند و تحریک‌کننده سلول‌های رشد در جوانه‌های قلمه است که باعث تکثیر سلولی و ایجاد ریشه‌های جدید می‌شود (۱۱). این هورمون باعث افزایش ترکیبات ریشه‌زا مانند اکسین‌ها در قسمت‌های جوانه و قلمه می‌شود. این ترکیبات نقش مهمی در تحریک و رشد ریشه دارند و با افزایش مقدار آن‌ها، طول ریشه‌های قلمه افزایش می‌یابد. هورمون فوق هم‌چنین با اثر مثبت بر سیگنال‌دهی هورمونی در قلمه‌ها، باعث القاء ریشه‌زایی می‌شود (۱۵).

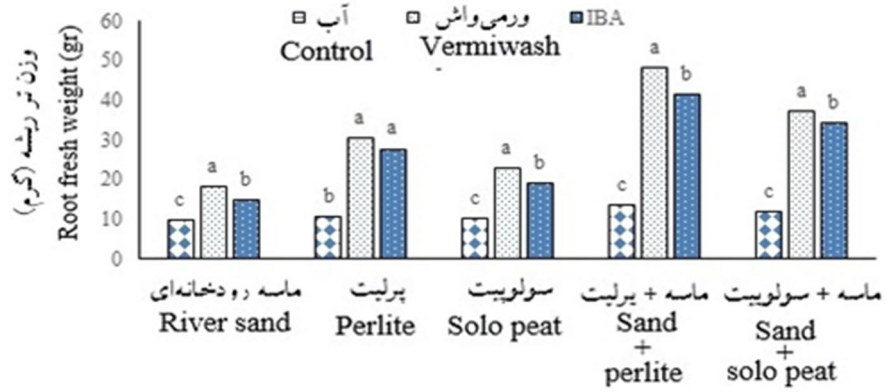


شکل ۳- اثر تیمارها بر طول ریشه‌ها (ستون‌ها با حرف مشابه طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 3. Effect of treatments on root length of cuttings (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

وزن تر ریشه: وزن تر ریشه قلمه‌ها به‌طور معنی‌دار تحت‌تأثیر اثرات ساده و اثرات متقابل بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زائی قرار گرفت. بیش‌ترین وزن تر ریشه ۳٤/۲۸ گرم در بستر ماسه + پرلیت و کم‌ترین ۱٤/۱۹ گرم در بستر ماسه اندازه‌گیری شد (جدول ۱). بیش‌ترین وزن تر ریشه در اغلب بسترهای کشت آبیاری شده با ورمی‌واش به‌دست آمد ولی در بستر پرلیت، اثر بخشی هورمون و ورمی‌واش بر وزن تر ریشه، مشابه بود (شکل ٤).

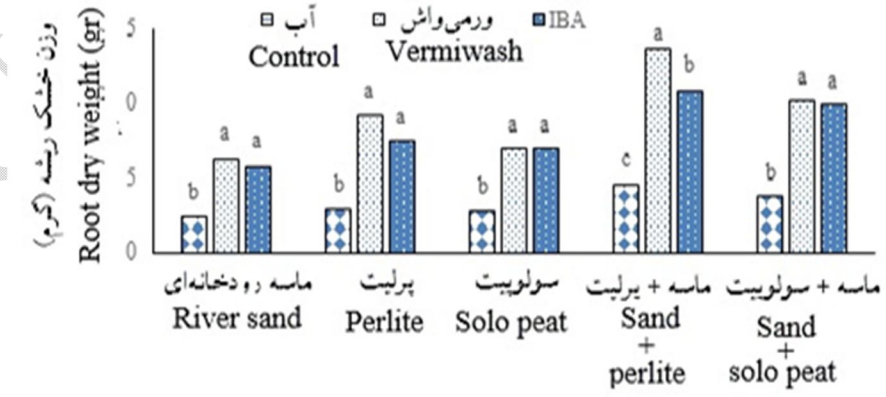
Uncorrected Proof



شکل ٤- اثر تیمارها بر وزن تر ریشه‌ها (ستون‌ها با حرف مشابه طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 4. Effect of treatments on root fresh weight (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at one percent level).

وزن خشک ریشه: اثرات ساده و متقابل بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زائی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. وزن خشک ریشه قلمه‌ها در ماسه + پرلیت با ۹/٦۹ گرم، بیش‌ترین و در ماسه با ٤/۸۱ گرم، کم‌ترین مقدار را داشت (جدول ۱). وزن خشک ریشه در قلمه‌های آبیاری‌شده با ورمی‌واش و هورمون رشد در تمام بسترها مشابه بود فقط در بستر ماسه + پرلیت، ورمی‌واش نتیجه بهتری داد (شکل ۵). پرلیت با زهکشی بهتر باعث افزایش وزن ریشه شد (۱٦). هم‌چنین بستر ماسه + سولوپیت، رطوبت را در حد مناسب حفظ و از خشک شدن ریشه‌ها، جلوگیری کرد. این امر به قلمه‌ها این امکان را داد تا همواره آب در دسترس داشته باشند، در نتیجه ریشه‌ها پیوسته رشد کرده و وزن خشک آن‌ها افزایش یافت. در مورد افزایش وزن خشک ریشه قلمه‌ها توسط ورمی‌واش، این افزایش می‌تواند به‌دلیل افزایش تعداد ریشه‌ها باشد. ورمی‌واش با تامین مواد مغذی باعث افزایش وزن خشک شد (۱۷). هورمون IBA با تحریک تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌های ریشه، تولید آنزیم‌های کاتالیزور سنتزکننده اکسین و سیتوکینین را افزایش و با جذب آب و مواد مغذی منجر به افزایش وزن خشک می‌شود (۱۱). افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه، منجر به افزایش وزن خشک ریشه، می‌شود (۱۸).



شکل ۵- اثر تیمارها بر وزن خشک ریشه‌ها (ستون‌ها با حرف مشابه طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 5. Effect of treatments on root dry weight (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

Uncorrected Proof

تعداد برگ: تعداد برگ به‌طور معنی‌دار تحت‌تأثیر اثرات ساده و متقابل نوع بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زائی قرار گرفت. قلمه‌های کشت شده در بستر ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت بیش‌ترین تعداد برگ را ایجاد کردند (جدول ۲). ترکیب ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت، بستر بهینه‌تری را فراهم کردند (۹). در بستر ماسه رودخانه‌ای آبیاری‌شده با ورمی‌واش در مقایسه با هورمون، قلمه‌ها برگ بیش‌تری داشتند (شکل ٦).

جدول ۲- اثرات بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زائی بر برخی صفات مرفولوژیکی قلمه‌های ریشه‌دارشده.

Table 2. Culture media effects and rooting treatments on some morphological traits of rooted cuttings.

منبع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean Square		
		تعداد برگ Number of leaf	وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight
بستر کشت Culture medium	4	1011.85**	420.45**	62.57**
تیمار ریشه‌زائی Rooting treatment	2	1898.96**	1011.33**	160.44**
بستر کشت × تیمار ریشه‌زائی Culture medium * Rooting treatment	8	229.95**	76.77**	7.86**
خطای آزمایشی Experiment error	30	6.40	0.46	0.35
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation (%)	-	2.21	3.15	6.91

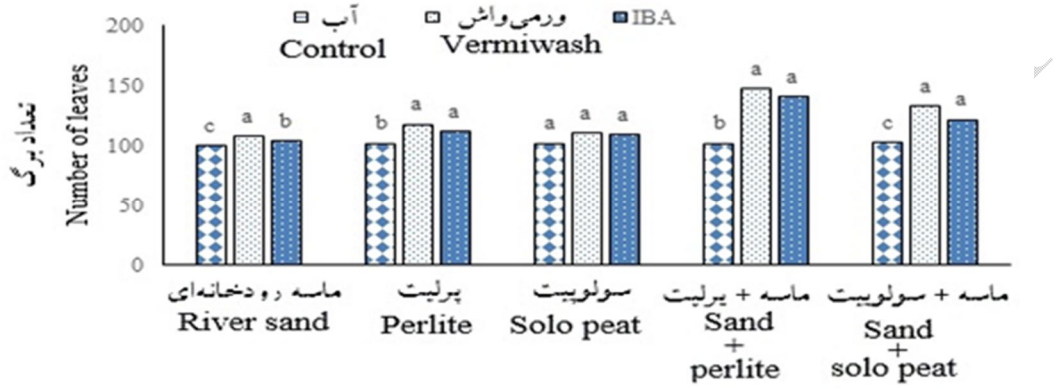
نوع بستر کشت Culture medium type	تعداد برگ Number of leaf	وزن تر برگ (گرم) Leaf fresh weight (gr)	وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (gr)
ماسه رودخانه‌ای River sand	104 [e]	13.49 [e]	6.23 [d]
پرلیت Perlite	107 [d]	20.57 [c]	7.65 [c]
سولوپیت Solo peat	111 [c]	16.87 [d]	6.78 [d]
ماسه + پرلیت Sand + perlite	130 [a]	30.03 [a]	12.62 [a]
ماسه + سولوپیت Sand + solo peat	119 [b]	26.77 [b]	9.95 [b]

** معنی‌داری با احتمال ۰/۰۱- حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطوح متناظر با آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشد

** is significant at 1%-same letters indicate non-significance at levels corresponding to Duncan's new multiple range test

Uncorrected Proof

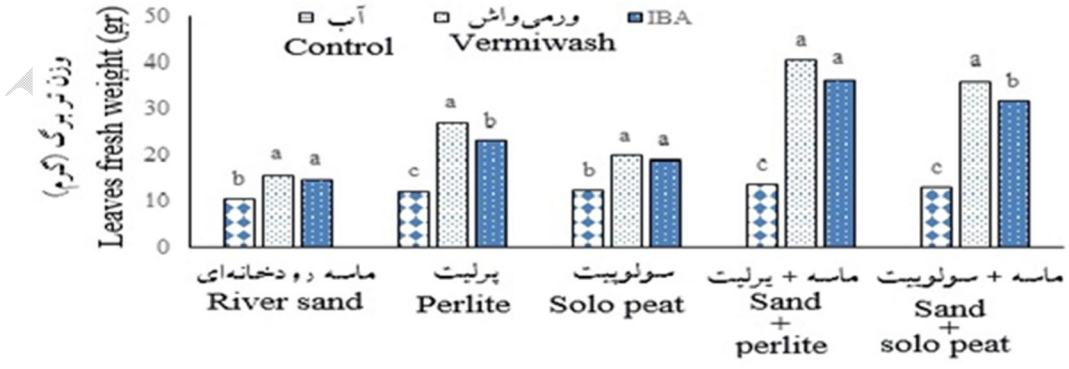
ورمی‌واش حاوی عناصر غذایی است که از طریق ریشه‌ها جذب می‌شود. ریشه‌های سالم می‌توانند تغذیه مناسبی برای برگ‌ها فراهم و رشد برگ‌ها را تقویت کنند (۱۹). ورمی‌واش باعث تولید هورمون‌های رشد در قلمه‌ها و افزایش تعداد برگ می‌شود (۲۰). IBA با تحریک تقسیم سلولی و بهبود رشد و نمو جوانه‌ها، تولید مواد فتوسنتزی را افزایش در نتیجه انرژی لازم برای ایجاد برگ‌های جدید را فراهم می‌کند (۱۱). هم‌چنین با القاء تولید اکسین و سیتوکینین، تقسیم سلولی و ایجاد برگ‌های جدید را تسریع و با تأثیر مثبت بر متابولیسم گیاه، انرژی لازم برای رویش برگ‌های جدید تامین می‌شود (۲۱).



شکل ٦- اثر تیمارها بر تعداد برگ قلمه‌ها (ستون‌ها با حرف مشابه مطابق با آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت ندارند).

Figure 6. Effect of treatments on number of leaves in cuttings (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

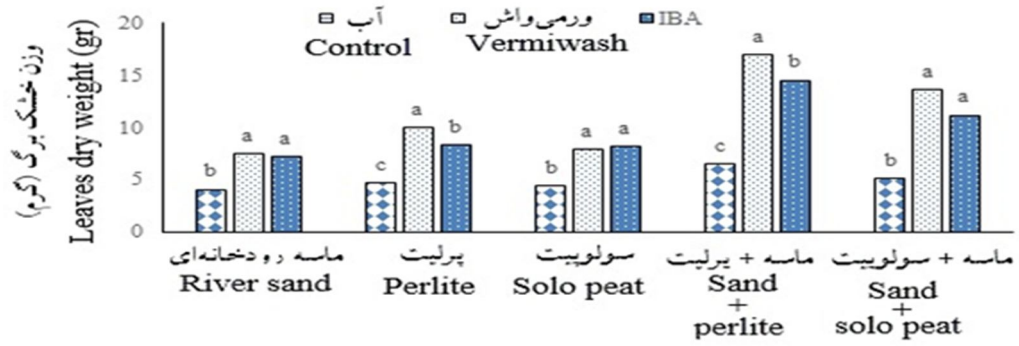
وزن تر برگ: طبق تجزیه واریانس داده‌ها اثرات ساده و متقابل بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زا در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر برگ قلمه‌ها معنی‌دار و مقایسات میانگین در مجموع قلمه‌های کشت شده در بستر ماسه + پرلیت با ۳۰/۰۳ گرم و ماسه + سولوپیت با ۲٦/۷۷ گرم بیش‌ترین و در ماسه با ۱۳/٤۹ گرم کم‌ترین وزن تر برگ را دارا بودند (جدول ۲). در بین تیمارهای ریشه‌زا نیز در بسترهای آبیاری‌شده با ورمی‌واش یا هورمون رشد در اغلب موارد وزن تر برگ تفاوت معنی‌دار ندارد (شکل ۷).



شکل ۷- اثر تیمارها بر وزن تر برگ قلمه‌ها (ستون‌ها با حروف مشترک طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 7. Effect of treatments on leaves fresh weight of cuttings (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

وزن خشک برگ: وزن خشک برگ قلمه‌ها به‌طور معنی‌دار تحت‌تأثیر اثرات ساده و متقابل بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زا قرار گرفت (جدول ۲). قلمه‌های کشت شده در ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت به ترتیب با ۱۲/۲ و ۹/۹۵ گرم بیش‌ترین وزن خشک برگ را به خود اختصاص دادند. بیش‌ترین وزن خشک برگ قلمه‌ها در بستر کشت پرلیت و بستر ماسه + پرلیت آبیاری شده با ورمی‌واش حاصل شد (شکل ۸). افزایش وزن خشک برگ قلمه‌ها در بستر ماسه + سولوپیت به‌دلیل تأمین رطوبت و دسترسی آسان به عناصر غذایی است. بستر با ساختار مناسب، تبادل گازها و رشد را تسریع می‌کند (۲۲). ورمی‌واش حاوی تنظیم‌کننده‌های رشد است که باعث تحریک رشد، افزایش فتوسنتز و وزن گیاه می‌شود. این عصاره خاصیت ضدمیکروبی دارد، در نتیجه گیاه در برابر بیماری‌های قارچی و باکتریایی، محافظت و رشد آن بهتر می‌شود (۵ و ۱۰). ترکیب ورمی‌واش باعث افزایش سنتز پروتئین و کلروفیل در برگ‌ها، افزایش تقسیم سلولی، رشد سلول‌ها و کاهش استرس اکسیداتیو در برگ‌ها شده که در نتیجه آن رشد و نمو برگ و به دنبال آن وزن خشک برگ نیز افزایش می‌یابد. با افزایش تعداد برگ‌ها، جذب نور و فتوسنتز بیش‌تر و وزن خشک افزایش می‌یابد (۲۳). هورمون ایندول بوتریک اسید با تحریک تقسیم سلولی، سطح برگ‌ها، مقدار فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی را بهبود و باعث ذخیره شدن مواد در برگ‌ها و افزایش وزن خشک آن‌ها می‌شود. هم‌چنین با تحریک ناشی از تولید هورمون، رشد طولی و عرضی برگ افزایش می‌یابد (۲٤). هم‌چنین این هورمون باعث افزایش سنتز آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در قلمه می‌شود. این آنزیم‌ها قلمه‌ها را در برابر آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از تنش‌های محیطی محافظت می‌کنند. در نتیجه، قلمه‌های تیمار شده با هورمون در مقایسه با آب آبیاری، وزن خشک بیش‌تر دارند (۲۵).



شکل ۸- اثر تیمارها بر وزن خشک برگ قلمه‌ها (ستون‌ها با حرف مشابه طبق آزمون دانکن در سطح یک ٪ تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 8. Effect of treatments on leaves dry weight in cuttings (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

وزن تر شاخه: به استناد تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) اثرات ساده و متقابل نوع بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زا در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر شاخه قلمه‌ها، معنی‌دار بود. مقایسات میانگین نشان داد که در مجموع قلمه‌های کشت شده در ماسه + پرلیت با ۳۲/۷۸ گرم و ماسه + سولوپیت با ۲۹/۳۹ گرم بیش‌ترین و بستر ماسه با ۱۳/۱۸ گرم کم‌ترین وزن تر شاخه را دارا بودند (جدول ۳). در بین تیمارهای ریشه‌زا نیز تیمار ورمی‌واش در بسترهای پرلیت و ماسه + سولوپیت، بیش‌ترین وزن تر شاخه را داشت (شکل ۹).

جدول ۳- اثرات بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زا بر برخی صفات قلمه رقم زرد زیتون.

Table 3. Effects of culture media and rooting treatments on some characteristics in Yellow olive variety cutting.

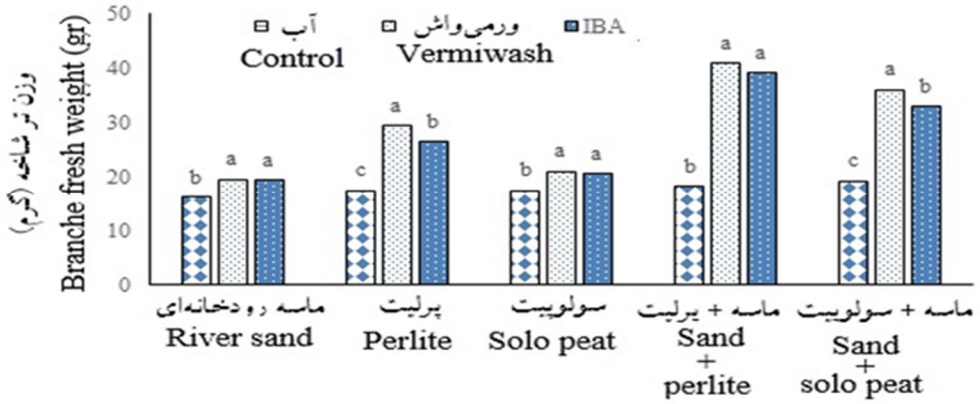
منبع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean Square			
		وزن تر شاخه Branch fresh weight	وزن خشک شاخه Branch dry weight	نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک شاخه The ratio of root dry weight to branch dry weight	ارتفاع Height
بستر کشت Culture medium	4	342.87**	22.96**	0.0483**	175.05**
تیمار ریشه‌زائی Rooting treatment	2	598.19**	108.14**	0.2978**	571.65**
بستر کشت × تیمار ریشه‌زائی Culture medium * Rooting treatment	8	64.73**	1.32*	0.0049*	13.64**
خطای آزمایشی Experiment error	30	0.44	0.41	0.0019	0.056
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation (%)	–	2.65	4.08	1.36	2.45

نوع بستر کشت Culture medium type	وزن تر شاخه (گرم) branch fresh weight (g)	وزن خشک شاخه (گرم) branch dry weight (g)	نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک شاخه Ratio of root dry weight to branch dry weight	ارتفاع نهال (سانتی‌متر) Seedling height (cm)
ماسه رودخانه‌ای River sand	18.34 e	14.22 d	0.326 d	25.58 e
پرلیت Perlite	24.40 c	15.29 c	0.407 c	29.77 b
سولوپیت Solo peat	19.71 d	14.64 d	0.366 cd	27.20 c
ماسه + پرلیت Sand + perlite	32.78 a	18.15 a	0.512 a	36.60 a
ماسه + سولوپیت Sand + solo peat	29.32 b	16.56 b	0.458 b	32.74 b

** و * معنی‌داری با احتمال ۱ و ۵ ٪ – حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطوح متناظر با آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشد

** and * are significant at 1% and 5% - same letters indicate non-significance at levels corresponding to Duncan's new multiple range test

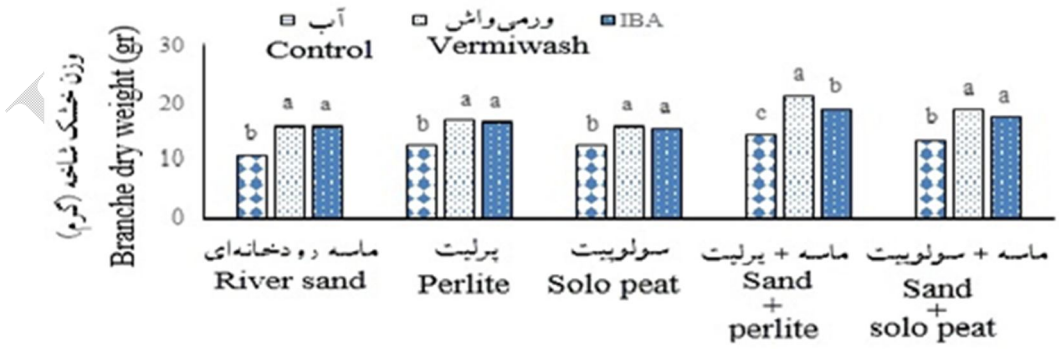
Uncorrected Proof



شکل ۹- اثر تیمارها بر وزن تر شاخه قلمه‌ها (ستون‌ها با حرف مشابه مطابق با آزمون دانکن در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 9. Effect of treatments on the branche fresh weight of cuttings (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

وزن خشک شاخه: وزن خشک شاخه قلمه‌ها به‌طور معنی‌دار تحت‌تأثیر اثرات ساده و متقابل نوع بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زا قرار گرفت. قلمه‌ها در بستر ماسه + پرلیت با ۳٤/۲۸ گرم و در ماسه + سولوپیت با ۲۷/۷٤ گرم بیش‌ترین و در ماسه با ۱٤/۱۹ گرم کم‌ترین وزن خشک شاخه را ایجاد کردند (جدول ۳) در بستر تلفیقی با تهویه بهتر، رطوبت یکنواخت در طول دوره رشد، وزن خشک شاخه افزایش یافت (۲٦). در تمام بسترهای کشت تیمار شده با ورمی‌واش یا هورمون رشد وزن خشک شاخه تفاوت معنی‌دار نداشت فقط در بستر ماسه + پرلیت، ورمی‌واش تأثیر بهتری داشت (شکل ۱۰). سولوپیت آب و مواد معدنی بیش‌تری در اختیار ریشه قرار داد و با رشد بهتر ریشه، وزن خشک شاخه نیز افزایش می‌یابد (۲۷). مواد مغذی در ورمی‌واش سرعت تشکیل ریشه و رشد ساقه و برگ‌ها را در قلمه افزایش، در نتیجه قلمه‌ها وزن خشک بیش‌تری یافتند. علاوه بر این، ورمی‌واش به بهبود مقاومت قلمه‌ها در برابر آفات کمک می‌کند (۲۸). تیمار قلمه‌ها با هورمون ریشه‌زایی باعث افزایش انتقال آب و مواد معدنی به قلمه‌ها و در نتیجه افزایش وزن آن‌ها می‌شود (۲۹).

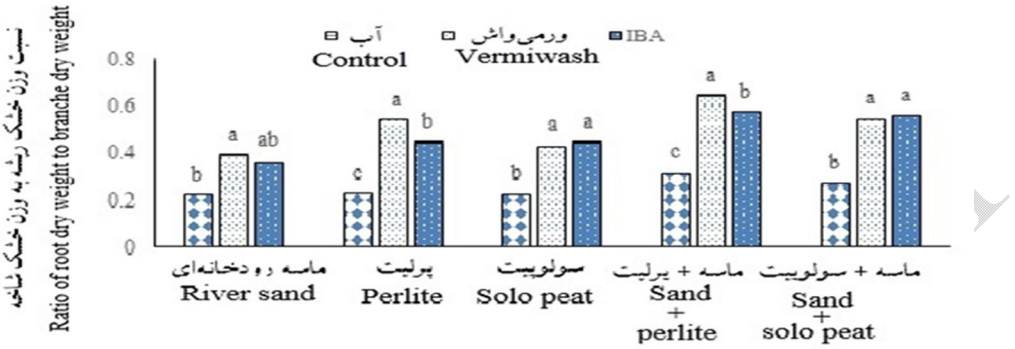


شکل ۱۰- اثر تیمارها بر وزن خشک قلمه‌ها (ستون‌ها با حرف مشابه با آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 10. Effect of treatments on branch dry weight of cuttings (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

Corrected Proof

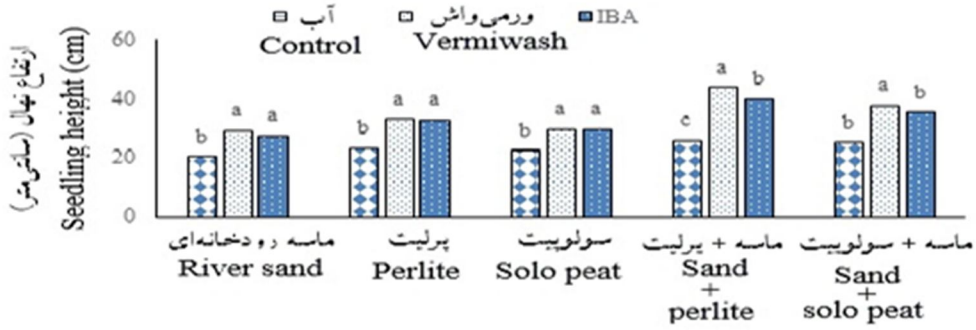
نسبت وزن خشک ریشه به شاخه: نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک شاخه قلمه‌های زیتون ریشه‌دار شده تحت‌تأثیر اثرات ساده و اثرات متقابل بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زائی قرار گرفت. در بستر ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت بیش‌ترین نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک شاخه حاصل شد (جدول ۳). تیمار ورمی‌واش در بستر کشت پرلیت و بستر ماسه + پرلیت، بیش‌ترین نسبت وزن خشک ریشه به شاخه را داشت (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- اثر تیمارها بر نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک شاخه در قلمه‌ها (ستون‌ها با حرف مشابه طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 11. Effect of treatments on the ratio of root dry weight to branche dry weight in cuttings (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

ارتفاع نهال: ارتفاع نهال قلمه‌ها به‌طور معنی‌دار تحت‌تأثیر اثرات ساده و متقابل بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زا قرار گرفت. قلمه‌ها در ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت به‌ترتیب با ۳٦/٦۰ و ۳۲/۷٤ سانتی‌متر بیش‌ترین ارتفاع نهال را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). ورمی‌واش در بسترهای تلفیقی بیش‌ترین ارتفاع نهال را تولید کرد (شکل ۱۲). زهکشی و هوادهی مناسب، ارتفاع بیش‌تری ایجاد کرد (۸). اگر ریشه قلمه‌ها آسان به عمق نفوذ کنند با تغذیه مناسب ارتفاع آن‌ها بیش‌تر خواهد شد (۹). ورمی‌واش به‌دلیل دارا بودن مواد مغذی، خاصیت ضدمیکروبی و داشتن تنظیم‌کننده‌ها، با تحریک رشد، ارتفاع نهال را افزایش داد (۱٤). هورمون ایندول بوتریک اسید با تحریک تقسیم و طویل شدن سلول‌ها، باعث رشد طولی شاخه و افزایش ارتفاع نهال می‌شود (۱۱) و با انتقال مواد فتوسنتزی به سمت مریستم رأس منجر به افزایش ارتفاع نهال می‌شود (۲۹).



شکل ۱۲- اثر تیمارها بر ارتفاع نهال قلمه‌ها (ستون‌ها با حرف مشابه طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند).

Figure 12. Effect of treatments on seedling height of cuttings (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ‌ها: مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ قلمه‌ها به‌طور معنی‌دار تحت‌تأثیر اثرات ساده و متقابل بسترهای کشت و تیمارهای ریشه‌زا قرار گرفت (جدول ٤). برگ قلمه‌ها به‌ترتیب با ۲/۳۰ و ۲/۱۵ درصد در بستر ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت، بیش‌ترین و در ماسه با ۱/۷٦ درصد کم‌ترین نیتروژن برگ را دارا بودند. در اغلب بسترها، بیش‌ترین نیتروژن برگ در بسترهای آبیاری شده با ورمی‌واش به‌دست آمد (شکل ۱۳).

جدول ٤- اثر بستر کشت و تیمارهای ریشه‌زا بر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ در قلمه‌ها (ستون‌ها با حرف مشابه طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

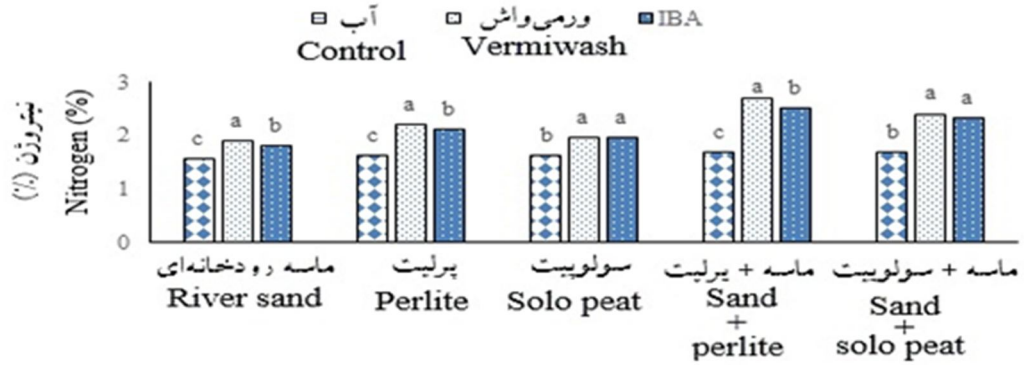
Table 4. Effect of culture media and rooting treatments on N, P, K, in leaves in cuttings.

میانگین مربعات Mean Square			درجه آزادی Degrees of freedom	منبع تغییرات Sources of variations
پتاسیم Potassium	فسفر Phosphorus	نیتروژن Nitrogen		
0.4964**	0.00293**	0.4333**	4	بستر کشت Culture medium
0.9747**	0.01082**	1.5054**	2	تیمار ریشه‌زائی Rooting treatment
0.0889**	0.00038**	0.0685**	8	بستر کشت × تیمار ریشه‌زائی Culture medium *Rooting treatment
0.0009	0.00005	0.0011	30	خطای آزمایشی Experiment error
2.16	5.42	1.64	-	ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation (%)
پتاسیم (درصد) Potassium (%)	فسفر (درصد) Phosphorus (%)	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)		نوع بستر کشت Culture medium type
1.162 e	0.120 d	1.76 e		ماسه رودخانه‌ای River sand
1.402 c	0.137 c	1.98 c		پرلیت Perlite
1.265 d	0.16 d	1.84 d		سولوپیت Solo peat
1.723 a	0.164 a	2.30 a		ماسه + پرلیت Sand + perlite
1.617 b	0.151 b	2.15 b		ماسه + سولوپیت Sand + solo peat

** معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ و حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطوح متناظر با آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشد

** is significant at 1% & same letters indicate non-significance at levels corresponding to Duncan's new multiple range test

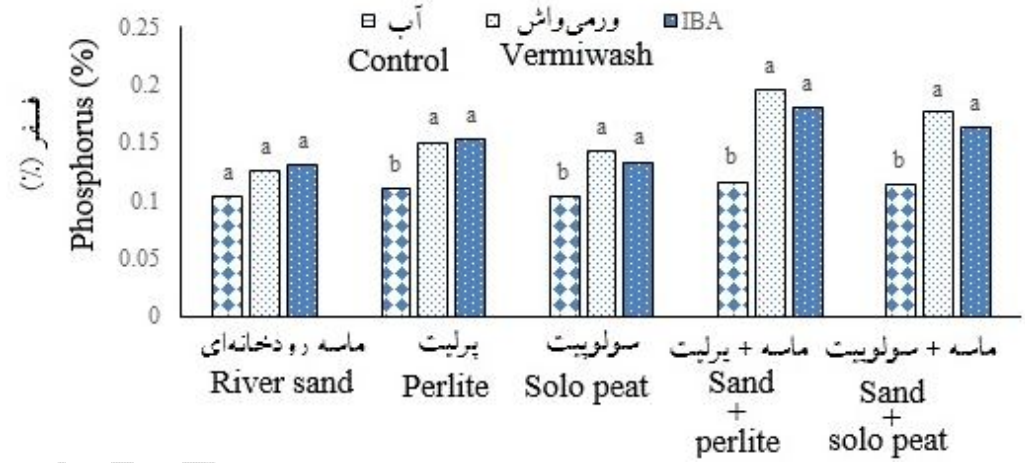
Uncorrected Proof



شکل ۱۳- اثر تیمارها بر درصد نیتروژن برگ (ستون‌ها با حرف مشابه طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 13. Effect of treatments on leaf nitrogen percentage (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

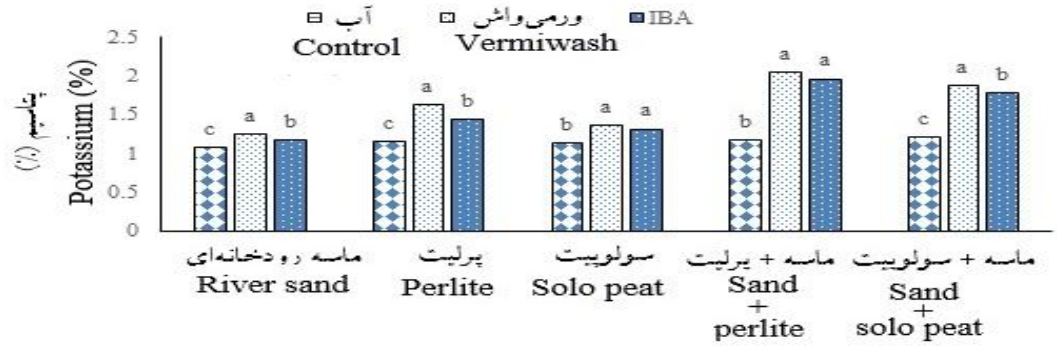
فسفر برگ در بستر ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت به‌ترتیب با ۰/۱٦٤ و ۰/۱۵۱ درصد بیش‌ترین و در ماسه رودخانه‌ای با ۰/۱۲۰ کم‌ترین مقدار را داشتند (جدول ٤). در تمام بسترها، برگ قلمه‌های آبیاری شده با ورمی‌واش یا هورمون رشد، فسفر بیش‌تری نسبت به شاهد داشتند ولی این دو تیمار با هم تفاوت معنی‌دار ندارند (شکل ۱٤).



شکل ۱٤- اثر تیمارها بر درصد فسفر برگ (ستون‌ها با حروف مشابه طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند).

Figure 14. Effect of treatments on leaf phosphorus percentage (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

بیش‌ترین مقدار پتاسیم در برگ قلمه‌ها در بستر ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت به‌ترتیب با ۱/۷۲۳ و ۱/٦۱۷ درصد و در ماسه رودخانه‌ای با ۱/۱٦۲ کم‌ترین درصد پتاسیم را داشتند (جدول ٤). بیش‌ترین پتاسیم برگ در بسترهای ساده آبیاری‌شده با ورمی‌واش، به‌دست آمد (شکل ۱۵). کشت قلمه زیتون در بستر ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت، باعث افزایش مقدار عناصر غذایی در برگ نهال‌ها شد. ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت با تهویه بهتر دسترسی ریشه‌ها به عناصر غذایی را بیش‌تر کردند (۸).



شکل ۱۵- اثر تیمارها بر درصد پتاسیم برگ (ستون‌ها با حرف مشترک مطابق با آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

Figure 15. Effect of treatments on leaf potassium percentage (columns with common letters have no significant difference according to Duncan's test at the one percent level).

سولوپیت حاوی مقداری عناصر غذایی است که به تدریج در دسترس ریشه قرار می‌گیرد (۳ و ۱۳). ورمی‌واش حاوی انواع مواد آلی است که می‌تواند منبعی برای تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه باشد. فسفر و پتاسیم نیز به‌صورت نمک‌های معدنی در ورمی‌واش وجود دارند که توسط قلمه ریشه‌دارشده جذب می‌شوند. ورمی‌واش حاوی موادی مانند هیومیک اسید نیز هست که باعث افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و در نتیجه نگهداری و جذب بهتر عناصر غذایی در بستر رشد تسهیل می‌شود (۱۹). بهبود شرایط بیولوژیکی تحت‌تأثیر ورمی‌واش باعث بهبود جذب عناصر غذایی توسط ریشه و افزایش فعالیت‌های آنزیمی گیاه تیمار شده با ورمی‌واش منجر به جذب و انتقال بهتر عناصر غذایی به برگ‌ها می‌شود (۲۳). مشخص شده است که IBA با تحریک رشد ریشه، باعث افزایش جذب آب و عناصر غذایی و انتقال آن‌ها به برگ‌ها می‌شود. علاوه‌بر این IBA فعالیت آنزیم‌های مسئول جذب عناصر غذایی مانند نیترات رداکتاز را افزایش داده و باعث افزایش جذب عناصر غذایی می‌شود (۱۵). از کارایی‌های دیگر IBA می‌توان به جذب بیشتر نیتروژن و فسفر از ریشه و در نتیجه رشد بهتر برگ‌ها و افزایش انتقال عناصر غذایی از ریشه به اندام هوایی مانند برگ اشاره کرد که موجب افزایش طول عمر برگ‌ها می‌شود (۱۸).

نتیجه‌گیری کلی

بسترهای کشت تلفیقی در مقایسه با بسترهای کشت ساده تأثیر بهتری بر ریشه‌زایی و رشد قلمه‌ها داشتند. کم‌ترین ریشه‌زایی و رشد قلمه‌ها در ماسه رودخانه‌ای به‌دست آمد. نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز در برگ قلمه‌ها در بسترهای ماسه + پرلیت و ماسه + سولوپیت، حاصل شد. در بین تیمارهای محرک ریشه‌زا، ریشه‌زائی قلمه‌ها، رشد و عناصر غذایی برگ‌ها در قلمه‌های تیمار شده با ورمی‌واش و هومون رشد اغلب مشابه و بدون تفاوت معنی‌دار بود، ولی در بعضی موارد ورمی‌واش نتایج بهتری داشت بنابراین با توجه به این‌که ورمی‌واش تولید داخل است مصرف آن به جای هورمون رشد وارداتی IBA، قابل توصیه است.

سپاسگزاری

از پارک علم و فناوری گیلان، شرکت فناور کود طبیعت، مرکز رشد کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، ایستگاه تحقیقات زیتون طارم، مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی وزارت دفاع، ستاد زیست‌فناوری معاونت علمی ریاست جمهوری، به‌خاطر حمایت از این پژوهش کاربردی، سپاسگزاریم.

Uncorrected Proof

منابع

1. Ahmadi, K., Abadzadeh, H. R., Hatami, F., Hoseynpour, R., & Abdshah, H. (2021). *Agricultural statistics of 2020, horticultural products*. Information and Communication Technology Center of the Ministry of Agricultural Jihad. 163 p, Report [In Persian]
2. Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, J. F. T., & Geneve, R. L. (2002). *Plant Propagation: Principles and Practices* (7th ed.). Pearson Education, Inc. (Prentice-Hall), Upper Saddle River, New Jersey. pp. 880. **doi: 10.4236/as.2023.141211.**
3. Azaru, M., Ebrahimi Gaskarei, R., & Shabanpour, M. (2024). Evaluation of peat produced from rice husk. *Journal of Ornamental Plants*, 9(1), 83-98 [In Persian]
4. Akazawa, S. I., Badamkhatan, T., Omiya, K., Shimizu, Y., Hasegawa, N., Sakai, K., Kamimura, K., Takeuchi, A., & Murakami, Y. (2023). Growth-promoting effect of vermiwash on house tomato plants. *Sustainability*, 15, 10327. **doi.org/10.3390/su151310327.**
5. Nath, G., & Singh, K. (2016). Vermiwash: Liquid biofertilizer. *Research Journal of Science and Technology*, 8(1), 21-30. **doi:10.5958/2349-2988.2016.00003.6.**
6. Verma, S., Babu, A., Patel, A., Singh, S. K., Pradhan, S. S., Verma, S. K., Singh, J. P., & Singh, R. K. (2018). Significance of vermiwash on crop production: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 297-301. **doi.org/ 10.22271/chemi.2020.v8.i5u.10517.**
7. Jones, J. (2001). *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*. CRC Press, Boca Raton, USA. pp. 384. **doi.org/10.1201/9781420025293.**
8. Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). *Plant Propagation: Principles and Practices* (8th ed.) Report. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 928 p.
9. Aghdaei, M., Nemati, S. H., Samiei, L., & Sharifi, A. (2019). Effect of rooting medium, cutting types and auxin on rooting of pepino (*Solanum muricatum Aiton*) cutting. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(5), 10357-10369. **doi.org/ 10. 15666/aeer/1705_1035710369.** [In Persian]
10. Bhavya, K., Sumalatha, N., Archana, T., & Vijaya Lakshmi, K. (2021). A review on vermiwash: A plant growth booster and a disease suppressor. *The Pharma Innovation Journal*, 10(11), 2959-2962. **doi.org/10.3329/bjnag.v38i1.76560.**
11. Weijers, D., Ljung, K., Estelle, M., & Leyser, O. (2022). *Auxin Signaling: From Synthesis to Systems Biology* (2nd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press. Report, 468 p.
12. Fattorini, L., Veloccia, A., Della Rovere, F., D'Angeli, S., Falasca, G., & Altamura, M. M. (2017). Indole-3-butyric acid promotes adventitious rooting in *Arabidopsis thaliana* thin cell layers by conversion into indole-3-acetic acid and stimulation of anthranilate synthase activity. *BMC Plant Biology*, 17, 121. **doi:10.1186/s12870-017-1071-x.**
13. Lowe, G. E., Shepherd, M., Rose, T. J., & Raymond, C. (2022). Effect of stock plant growing medium and density upon a cutting propagation system for tea tree, *Melaleuca alternifolia*. *Plants*, 11(18), 2421. **doi.org/10.3390/plants 11182421.**
14. Awadhpersad, V. R., Ori, L., & Adil Ansari, A. (2021). Production and effect of vermiwash and vermicompost on plant growth parameters of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Suriname. *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture*, 10(4), 397-413. **doi.org/10.30486/ ijrowa.2021.1911898.1148.**
15. Fahad, S., Sonmez, O., Saud, S., Wang, D., Wu, C., Adnan, M., & Turan, V. (2021). *Plant Growth Regulators for Climate-Smart Agriculture*. CRC Press. 224 p. **doi.org/10.1201/9781003109013.**
16. Salighehdar, F., Safari, A. R., Molaahmad Nalousi, A., & Avestan, S. (2016). The effect of different ratios of peat and perlite on quantitative and

Uncorrected Proof

qualitative characteristics of *Aloe vera* grown in hydroponic system. *Journal of Soil and Plant Interactions*, 7, 113-124. **doi:20.1001.1.20089082.1395.7.2.10.8.** [In Persian]

17. Udhaya Nandhini, D., & Venmathi, T. (2017). Vermiwash: A potential plant growth promoter. *Agric international*, 4, 27-30. **doi:10.5958/2454-8634.2017.00006.7.**
18. Justamante, M. S., Mhimdi, M., Albacete, A., Moreno, M. Á., Mataix, I., & Manuel, J. (2021). Effects of auxin (indole-3-butyric acid) on adventitious root formation in peach-based *Prunus* rootstocks. *Plants*, 11(7), 913. **doi.org/10.3390/plants11070913.**
19. Becagli, M., Arduini, I., & Cardelli, R. (2022). Using biochar and vermiwash to improve biological activities of soil. *Agriculture*, 12(2), 178. **doi.org/10.3390/agriculture12020178.**
20. Deepthi, M. P., Nivethitha, S., Saminathan, K., Narendhirakannan, R. T., Karmegam, N., & Kathireswari, P. (2021). Effect of vermiwash prepared from livestock biowaste as vermiponics medium on the growth and biochemical indices of *Amaranthus viridis* L. *Environmental Technology & Innovation*, 21, 101300. **doi:10.1016/j.eti.2020.101300.**
21. Johnson, E., Preece, J., Aradhya, M., & Gradziel, T. (2020). Rooting response of *Prunus* wild relative semi-hardwood cuttings to indole-3-butyric acid potassium salt (KIBA). *Scientia Horticulturae*, 263, 109-144. **doi:10.1016/j.scienta.2019.109144.**
22. Kapczyńska, A., Kowalska, I., Prokopiuk, B., & Pawłowska, B. (2020). Rooting media and biostimulator goteo treatment effect on adventitious root formation of *Pennisetum 'Vertigo'* cuttings and the quality of the final product. *Agriculture*, 10(11), 570. **doi.org/10.3390/agriculture10110570.**
23. Chandukishore, T., Samskrathi, D., Srujana, T., Rangaswamy, B., & Prabhu, A. A. (2023). Influence of plant extract-based vermiwash on plant growth parameters and biocontrol of thrips (*Scirtothrips dorsalis*) in *Capsicum annum*. *Journal of Natural Pesticide Research*, 5, 100042. **https://doi.org/10.1016/j.napere.2023.100042.**
24. Woodward, A. W., & Bartel, B. (2005). Auxin: Regulation, action, and interaction. *Annals of Botany*, 95, 707-735. **doi: 10.1093/aob/mci083.**
25. Kaur, P., Bhardwaj, M., & Babbar, I. (2015). Effect of vermicompost and vermiwash on growth and yield of chili (*Capsicum annuum*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(12), 872-876. **doi:10.20546/ijcmas.2015.412.099.**
26. Phong, D. T., Hanh, T. T. H., & Lam, T. T. (2021). Effect of biofertilizers and vermiwash on growth and yield of sweet potato (*Ipomoea batatas*). *European Journal of Science and Technology*, 27, 319-325. **doi.org/10.31558/2410-7404.2021.27.4.**
27. Zhang, H., Jiang, S., Zhai, J., & Liu, Y. (2019). The effects of biochar and vermiwash on the growth of *Lactuca sativa* and soil health. *Applied Soil Ecology*, 143, 172-179. **doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.05.022.**
28. Nascimento, R. M. R., Soares, L. R. R., & Guimarães, C. A. (2021). The use of vermicompost and vermiwash as fertilizers for the production of *Brassica oleracea* seedlings. *Horticultura Brasileira,* 39(3), 251-258. **doi.org/10.1590/s0102-053620210301.**
29. Hossain, M. I., Moniruzzaman, M., Hossain, M. S., & Rahman, M. M. (2020). Effects of different levels of vermicompost and vermiwash on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture*, 9(1), 83-93. **doi.org/10.1007/s40093-020-00306-y.**

Uncorrected Proof

Uncorrected Proof