Kharazmi University

Nova Biologica Reperta

Print ISSN: 2423-6330
Online ISSN: 2476-7115

Homepage: https://nbr.khu.ac.ir/

The effect of plasma water on the anatomical structure of broad bean (*Vicia faba*)

Mahboobeh GHasemi [1], **Zohreh Jafari** [2]✉

1. Assistant Professor, Department of Agronomy, Ram.C., Islamic Azad University, Ramhormoz, Iran. E-mail: ghasemimahboobeh@iau.ac.ir
2. Corresponding author, Associate Professor, Department of Biology, Ar.C., Islamic Azad University, Arak, Iran. E-mail: zohreh.jafari@iau.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 9 March 2025
Received in revised form 19 September 2025
Accepted 21 October 2025
Available online 25 February 2026

Keywords:
Development,
vascular bundles,
vegetative growth,
meristem

ABSTRACT

Objective: "Broad bean (Vicia faba) is important in many countries as a source of high protein percentage, amino acid ratios, mineral salts, and calcium. The use of new scientific methods and modified traditional methods such as plasma water have helped a lot to achieve of improved plant growth. This study was conducted to investigate the effect of plasma-activated water on growth and anatomical features of Vicia faba.

Method: After preparation , seeds were first soaked for 24 hours with water that had been activated with plasma for 5 minutes and 20 minutes, and with control water without plasma application. After planting, the pots were watered twice a week for 40 to 50 days. After this period, the anatomical features were examined.

Results: The results showed that in plants treated with vascular bundle dispersion, the growth and development of xylem vessels and the growth of the vegetative apical meristem were greater than in the control And the treated plants entered the reproductive phase faster.

Conclusions: : plasma-activated water can increase the growth of faba bean plants by causing changes in anatomical and developmental characteristics.
According to the article results, use of plasma water is recommended to improve the performance of this plant.

Cite this article: GHasemi, M, & **Jafari**, Z. (2026). The effect of plasma water on the anatomical structure of broad bean (*Vicia faba*)). *Nova Biologica Reperta*, *12* (4), 1-13. http//doi.org/ 10.22034/NBR.12.4.4

© The Author(s).
DOI: http//doi.org/ 10.22034/NBR.12.4.4

Publisher: Kharazmi University.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]

Introduction

Cold atmosphere is a necessity of human life today. The use of cold plasma in agricultural systems is better known for controlling the growth of microorganisms, or for safe packaging of food, to determine the reduction of pesticides in fruits and vegetables for sanitary decontamination or drought stress.

Broad bean (*Vicia faba*) is one of the oldest domesticated legumes in the world, and its cultivation in Iran is high. With about 18 to 36 percent protein, this crop plays an important role in providing the protein needed by humans. With nitrogen-fixing bacteria in its roots, it increases soil fertility and is one of the most important plants that stabilize atmospheric nitrogen in the soil.

Cold atmosphere or low pressure plasma is a modern-day technique that may reduce the risks associated with agriculture and food processing systems. It is an environmentally friendly method that positively impacts crop production in adverse conditions because it requires little energy, is waste-free, and has no negative impact on the environment.

Plasma activated water technology can play an important role in the development and physiological activity of plants by cleaning the seed surface from pathogens and improving the permeability of seeds to water, resulting in increased seed vigor and better germination.

Since the effect of plasma-activated water on the anatomical characteristics of faba bean plants has not been studied so far, this study aimed to investigate the effect of plasma water on the anatomical, developmental, and growth characteristics of faba bean plants.

Method

- In this study, Shahi fava beans were obtained from the Ahvaz Agricultural Jihad Research Center. The seeds were divided into three groups for soaking. Group 1: Soaked in water that had been exposed to plasma for 5 minutes. Group 2: Soaked in water that had been exposed to plasma for 20 minutes. And group 3: Control, which had been soaked in distilled water.Sampling was performed after approximately 30 to 50 days to evaluate anatomical features.

- **Preparation of plasma-activated water**: Each time, a small amount of distilled water was placed in a sterile beaker with a magnet on the stirrer. A high-voltage electrode was connected to the stirrer plate to create a plasma arc. The high-voltage generator was turned on and the stirrer magnet was set to 60 revolutions per minute (rpm). Finally, after briefly reducing the heat of the plasma-activated water, the pots were watered.

- **Preparation of manual and microtomy sections:**After preparing manual and microtome sections, staining was performed with specific dyes, and then the obtained sections were carefully examined with a Nikon-ECLIPDE-E200 light microscope and photographs were taken to examine the changes .

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]

Results

Considering the differences in the performance of different vegetative organs of the plant, the effect of treatment on the yield of each was investigated:

Examination of the anatomical structure of the root:

The effect of the treatment on the structures was clearly evident in both transverse and longitudinal sections.

Comparison of longitudinal sections of control and treated samples showed that in treated plants, the rate of vascular cylinder and ground meristem formation was higher and an increase in longitudinal growth was observed.

Comparison of cross-sections of control and treatment samples showed that in plants irrigated with plasma water, the growth rate of xylem vessels increased compared to the control sample, and early and late wood structures developed more rapidly. Of course, this was also true for phloem vessels to some extent, but the superficial parts of the epidermis and tensile fibers maintained their proper condition.

Examination of the anatomical structure of the stem:

The effect of the treatment on these structures was more clearly evident in both transverse and longitudinal sections than the stem.

In longitudinal sections of treated samples, a change in the shape of the shoot apical meristem is seen, such that the meristem moves from a dome-like shape to a flattened shape and the formation of a reproductive meristem.

During the examination of cross-sections of the treated plants, the width of the wings decreased, but the width of the stem increased, and the vascular bundles in these areas were more dense, and the openings of the xylem vessels were also wider. Also, in these plants, the density of vascular bundles in the vascular cylinder was higher.

Conclusions

Nowadays, due to the shortage of water and suitable food, it is always desirable to use advanced techniques and modified methods to prepare suitable food for the people. One of these methods is the use of plasma water, the effect of which on the fava bean plant has been investigated in the present study.

Author According to previous research, the effect of increasing the growth of vascular bundles under treatment can be attributed to the effective auxin synthesis on the differentiation process of xylem vascular bundles.

In a study, other researchers showed that the effect of plasma on pepper plants causes changes in the tissue of xylem and phloem vessels. They suggested that free radicals present in plasma cause the development and differentiation of vascular bundles. In the present study, a greater distribution of vascular bundles was observed in plants treated with plasma water. These molecules facilitate plant responses to biotic and abiotic stresses. In addition, ROS interactions

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]

have numerous effects in regulating a wide range of physiological responses to the environment, such as germination, root development, and leaf stomatal closure. Longitudinal growth of treated roots. The accumulation of active nitrogen species in response to plasma treatment has been shown in plants, which are responsible for inducing growth in plants as nitrogen fertilizers. It can also interfere with other metabolic reactions, phytohormones, and growth and development signaling cascades that change the plant at various physiological, biochemical, and molecular levels. On the other hand, in treated plants, the vegetative apical meristem differentiated faster. In fact, oxygen free radicals in the plant stem can affect the differentiation and division of stem apical meristem cells by affecting the function of the WUS transcription factor, and thus play an important role in the cell cycle and cytokinesis by affecting the reduction reactions and causing further plant growth and development.

Final conclusion:

To improve agricultural conditions and the quality of plants, especially high-consumption varieties, it has always been desirable to use advanced techniques and modified methods to prepare suitable food for people, and fortunately, these methods are being considered by researchers in our country. One of these methods is the use of plasma water, the effect of which on the fava bean plant has been investigated in the present study.

So far, the positive effects of plasma water on the fava bean plant have not been carried out, and it seems that the present study is the first research report, but in the case of other plants, previous studies have been conducted in line with the research. In fact, the growth and development conditions, especially the development of woody clusters, have increased in plants treated with plasma.

Acknowledgements: The authors of the article would like to express their gratitude to the Physics Laboratory of Ahvaz University, which provided the opportunity to prepare plasma water for this research, and to all those who helped in conducting this research.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]

یافته‌های نوین در علوم زیستی
Homepage: https://nbr.khu.ac.ir/
شاپا چاپی ۲۴۲۳-۶۳۳۰
شاپا الکترونیکی ۲۴۷۶-۷۱۱۵

بررسی اثر آب فعال پلاسما بر ساختار تشریحی گیاه باقلا(*Vicia faba*)

محبوبه قاسمی[۱]، زهره جعفری[۲]✉

۱. استادیار، گروه زراعت ، واحد رامهرمز، دانشگاه آزاد اسلامی، رامهرمز، ایران. رایانامه: ghasemimahboobeh@iau.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، دانشیار،گروه زیست شناسی ، واحداراک،دانشگاه آزاداسلامی،اراک،ایران.. رایانامه: zohreh.jafari@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۹

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۴/۰۶/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۰۶

کلیدواژه‌ها:
تکوین ،
دستجات آوندی ،
رشد رویشی ،
مریستم ،

چکیده

مقدمه: امروزه یکی از اهداف مهم پژوهشگران کشور در کشاورزی ، بهبود کیفیت گیاهان زراعی پرکاربرد است .گیاه باقلا(***Vicia faba***) در بسیاری از کشورها به عنوان منبعی با درصد بالای پروتئین، نسبتهای اسید آمینه، میزان املاح معدنی و کلسیم حائز اهمیت است.استفاده از روش های نوین علمی و روش های سنتی اصلاح شده کمک زیادی به فراهم آوردن این هدف داشته است.یکی از این روش ها کاربرد آب پلاسما بر کیفیت رشد گیاهان است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق اثرات آب فعال شده با پلاسما بر ویژگیهای تشریحی گیاه باقلا مورد هدف بود. سپس بذرها ابتدا به مدت ۲۴ ساعت با آبی که به مدت ۵ دقیقه و ۲۰ دقیقه با پلاسما فعال شده بود و با آب شاهد بدون اعمال پلاسما خیسانده شدند. بعد از کاشت ، گلدانها ۲ بار در هفته به مدت ۴۰ تا ۵۰ روز آبیاری می شدند.

نتایج: بعد از این مدت ویژگیهای تشریحی مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد در گیاهان تحت تیمارپراکنش دستجات آوندی ، رشد و تکوین آوندهای چوبی و رشد مریستم راس رویشی نسبت به شاهد بیشتر شد و گیاهان تحت تیمار سریعتر وارد فاز زایشی شدند .

نتیجه‌گیری: بر اساس این نتایج ، آب فعال شده با پلاسما با ایجاد تغییرات در ویژگیهای تشریحی و تکوینی می تواند رشد گیاه باقلا را افزایش دهد.

با توجه به نتایج مقاله، اثر آب پلاسما باعث بهبود کیفیت ساختاری برای باقلا شده است، بنابراین استفاده از آب پلاسما برای بهبود عملکرد این گیاه در کشاورزی پیشنهاد می شود.

استناد: قاسمی، محبوبه و جعفری، زهره (۱۴۰۴). بررسی اثر آب فعال پلاسما بر ساختار تشریحی گیاه باقلا(*Vicia faba*) . *یافته‌های نوین در علوم زیستی*، ۱۲ (۱)، ۱۳-۱. http//doi.org/10.22034/NBR.12.4.4

ناشر: دانشگاه خوارزمی.

© نویسندگان.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]

مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت در جهان ،افزایش تولید محصولات کشاورزی، از ضروریات زندگی بشرامروز است استفاده از پلاسمای سرد در سیستم‌های کشاورزی برای کنترل رشد میکروارگانیسم‌ها ، یا برای بسته‌بندی ایمن مواد غذایی، برای تعیین میزان کاهش آفت‌کش‌ها در میوه‌ها و سبزیجات برای آلودگی‌زدایی بهداشتی یا تنش خشکی بهتر شناخته شده است(Lee et al., 2016).

باقلا (*Vicia faba*)دیکی از قدیمی ترین بقولات اهلی شده در جهان است که سطح زیر کشت آن در ایران حدود ۳۵۰۰۰ هکتار است، استانهای خوزستان، لرستان، گلستان، مازندران، زنجان و سیستان و بلوچستان مناطق اصلی تولیدکننده باقلا در کشور هستند. عملکرد باقلا در ایران، حدود ۲۱۷۶/۲ کیلوگرم در هکتار است، درحالی که عملکرد جهانی این محصول، ۱۹۶۴/۳گیلوگرم در هکتار گزارش شده است .این محصول با حدود ۱۸ تا ۳۶درصد پروتئین، نقش مهمی در تأمین مواد پروتئینی مورد نیاز بشر دارد و با وجود باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن در ریشه، سبب حاصلخیزی خاک میگردد و به عنوان یکی از گیاهان مهم تثبیت کننده نیتروژن هوا در خاک است.اتمسفر سرد یا پلاسمای کم فشار یک تکنیک عصر مدرن است که ممکن است خطرات مرتبط با کشاورزی و سیستم های پردازش مواد غذایی را کاهش دهد، روشی سازگار با محیط زیست است که بر تولید محصول در شرایط نامطلوب تأثیر مثبت می‌گذارد زیرا به انرژی کم نیاز دارد، بدون ضایعات است و هیچ اثر منفی بر محیط زیست ندارد(Adhikari et al., 2020).

آب پلاسمایی معمولاً حاوی پراکسید هیدروژن، نیترات‌ها و یون‌های نیتریت و گونه های فعال اکسیژن است گونه‌های اکسیژن فعال، اکسیداسیون لایه آلورون و ذخایر غذایی را در طول جوانه‌زنی بذر تسهیل می‌کنند(Filatova et al.,2019 et.). اکسید نیتریک یکی دیگر از گونه های فعال است که نقش تنظیمی در جوانه زنی بذر ایفا می کند اکسید نیتریک تولید ABA را تنظیم می کند، یک فیتوهورمون حیاتی که شروع کننده جوانه زنی و شکستن خواب است .در گیاهان، اکسید از احیای نیترات به نیتریت توسط نیترات ردوکتاز تولید می شود. از این رو، نیترات در آب فعال شده با پلاسما در درجه اول مسئول جوانه زنی افزایش یافته بذر است(Sivachandiran & Khacef ,2017) .

از پلاسمای سرد برای بهبود جوانه زنی و افزایش محتوای فتوشیمیایی زیستی برنج قهوه ای جوانه زده استفاده شده است(Yodpitak et al.,2019.) . تغییرات فیزیکی و شیمیایی در سطح بذر می تواند منجر به افزایش آب دوستی و نفوذپذیری آب شود که جذب آب را ، افزایش می دهد(Wang et al.,2017). اثر مثبت پلاسمای سرد در بهبود خصوصیات جوانه زنی بذر گیاهانی از قبیل سلمه تره(Sera et al.,2008) و سویا(Ling et al.,2014) به اثبات رسیده است.Ling و همکاران(2014) همچنین نشان دادند که شاخص درصد جوانه زنی بذور سویا تحت تاثیر پلاسمای سرد ۱۶ تا ۶۶ درصد افزایش داشت. اعمال پلاسمای سرد روی بذر می تواند برخی از فرآیندهای فیزیولوژیکی از قبیل فعالیت دهیدروژناز ، سوپراکسید دیسموتاز ،فعالیت پراکسیداز، رنگدانه های فتوسنتزی ، کارآیی فتوسنتز و فعالیت نیترات ردوکتاز را در گیاهان افزایش دهد) Zhang et al.,2017).

فناوری آب فعال پلاسمایی میتواند با پاک کردن سطح بذر از پاتوژنها و بهبود نفوذپذیری بذرها به آب، نقش مهمی در تکوین و فعالیت فیزیولوژی گیاه داشته باشد که نتیجه آن افزایش بنیه بذر و جوانه زنی بهتر است (Tong et al.,2014).

از آنجا که تاکنون اثر آب فعال شده با پلاسما بر ویژگیهای تشریحی گیاه باقلا انجام نشده است این پژوهش با هدف بررسی اثر آب پلاسمایی بر ویژگیهای تشریحی و تکوینی و رشد گیاه باقلا انجام گرفت.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]

مواد و روش‌ها

دانه‌های باقلا رقم شاهی در این پژوهش از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی اهواز تهیه شد. دانه ها برای خیساندن به سه گروه تقسیم شدند.گروه اول: خیساندن در آبی که ۵ دقیقه در معرض پلاسما قرار گرفته بود. گروه دوم : خیساندن در آبی که ۲۰ دقیقه تحت تاثیر پلاسما قرار گرفت. و گروه سوم: شاهد که در آب مقطر خیسانده شده بودند. دانه های خیسانده شده پس از ۲۴ ساعت در گلدانهایی به ابعاد ۲۰ در ۲۵ سانتی متر کشت شدند. خاک گلدان ها مخلوطی از سیلت، رس، شن به نسبت ۱:۱:۲ بود . در هر گلدان نیز ۴ دانه در عمق ۱ سانتی متری کشت شد. گلدانها نیز به سه گروه جهت آبیاری با آب های پلاسمایی و شاهد تقسیم شدند. آبیاری دو بار در هفته (۲۵۰ میلی لیتر) انجام شد.هر گروه ۴ تکرار داشت . نمونه برداری بعد از حدود ۳۰ روز تا ۵۰ روز جهت ارزیابی ویژگی های تشریحی انجام شد(Seddighinia et al.,2020).

تهیه آب فعال شده با پلاسما: هر بار ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر در یک بشر استریل همراه با مگنت روی استیرر قرار داده شد.الکترود ولتاژ بالا برای ایجاد آرک پلاسما در فاصله ۳ میلی متری آب و الکترود دوم (آرت) به صفحه استیرر متصل گردید. دستگاه مولد ولتاژ بالا با توان حداکثر ۳۰ وات را روشن نموده و سرعت گردش مگنت استیرر روی ۶۰ دور در دقیقه (rpm)تنظیم گردید. در انتها پس از کاهش گرمای مختصر آب پلاسمایی شده و هم دما شدن با دمای محیط، گلدانها آبیاری می شدند .(Zhang et al.,2017)

تهیه برشهای دستی: نمونه‌ها(ریشه و ساقه های ۳۰ روزه) در فیکساتور مناسب (الکل – گلیسرین به نسبت ۱:۱) نگهداری شدند. سپس برشهای نازک دستی (توسط تیغ و یونولیت) از آن ها گرفته شد.نمونه‌ها پس از شستشو به مدت ۱۰ دقیقه در آب ژاول قرار داده شدند تا کلروفیل آنها از بین برود و رنگ پذیر شوند. پس از شستشو با آب مقطر برشها در محلول اسید استیک ۱۰ درصد به مدت ۲ دقیقه قرار داده شدند و سپس بعداز شستشوی مجدد جهت رنگ آمیزی بافتهای چوبی ۲۰ ثانیه در محلول متیلن بلو قرار گرفتند. دوباره چند مرتبه شستشو انجام شد و به منظور رنگ آمیزی بافتهای سلولزی ۱۵ دقیقه در محلول رنگ کارمن زاجی قرار داده شدند. تهیه عکس ها با میکروسکوپ نوری Nikon-ECLIPDE-E200 انجام گرفت.

تهیه برشهای میکروتومی: نمونه‌های مورد بررسی(ریشه و ساقه های ۴۰روزه) در محلول تثبیت کننده FAA (فرمالدئید ۳۷٪، اتانول۹۶٪ و اسید استیک خالص با نسبت های ۱۷: ۲: ۱ میلی لیتر) به مدت ۱۶-۱۴ ساعت نگهداری شدند. سپس مراحل آماده سازی نمونه(شستشو، آبگیری با درجات افزایشی الکل، شفاف سازی در نسبتهای مختلف الکل/ تولوئن ، پارافین دهی، قالب گیری، تهیه بلوک و سوار کردن بلوک) انجام شد. سپس با استفاده از میکروتوم دستی چرخان از قالب ها برش‌هایی به ضخامت ۸ تا ۱۰ میکرون تهیه شد. رنگ آمیزی هماتوکسیلین- ائوزین انجام شد و با میکروسکوپ نوری تحت بررسی قرار گرفتند.(Safari et al.,2017)

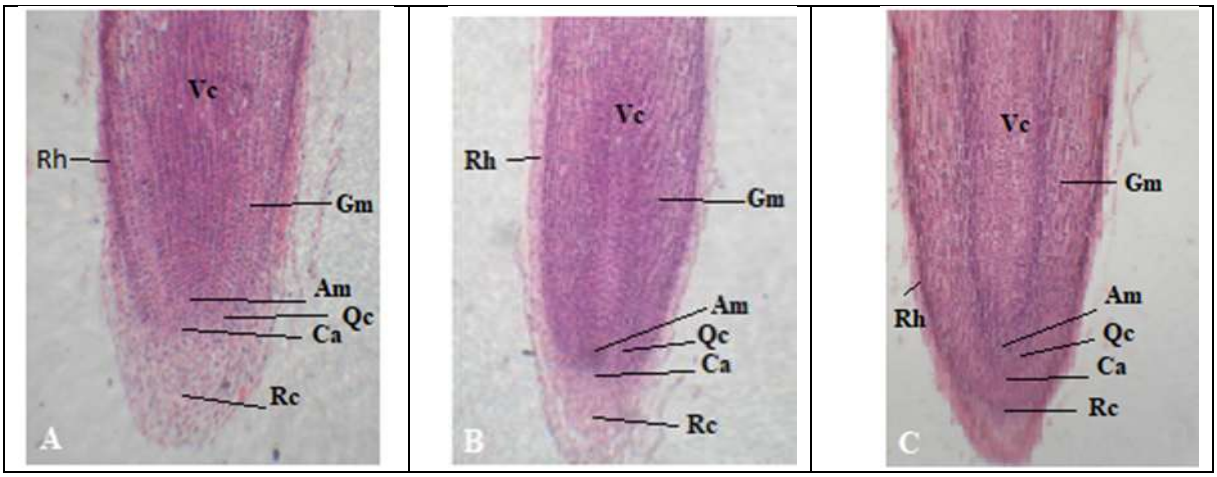
نتایج

بررسی ساختار تشریحی ریشه

در برش طولی ریشه ریزودرم ،کلاهک ریشه ، منطقه کالیپتروژن یا لایه کلاهک‌زا، در بالای این منطقه مریستم فعال و اطراف آن مرکز آرام، سپس مریستم زمینه و استوانه آوندی مشاهده می‌شود(شکل۱A). در گیاهان تحت تیمار سرعت تشکیل استوانه آوندی و مریستم زمینه بیشتر است و افزایش رشد طولی مشاهده شد.(شکل۱ B و C).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

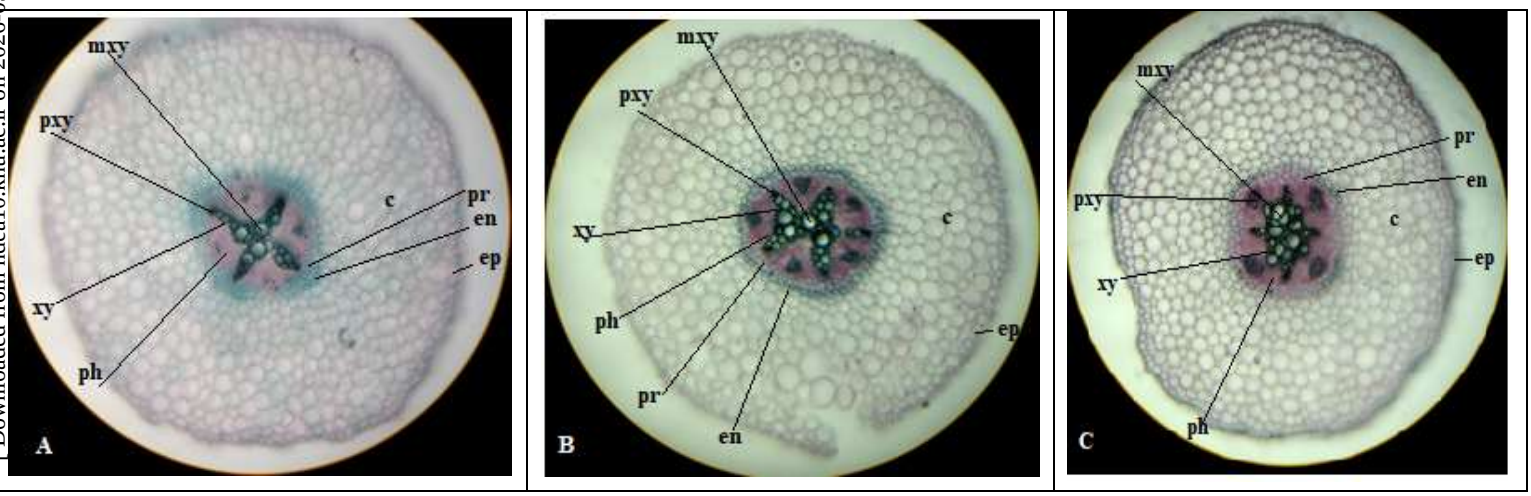
[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]



شکل۱- تصاویر برش طولی ریشه از گیاهان شاهد (A) ، تیمار ۱ (B) ، تیمار ۲ (C). مقیاس X10 .

Figure 1. The images of longitudinal section of the root of control plants (A), treatment 1(B) , treatment 2(C). Scale X 10. (Am: Active meristem; Ca:Calyptrogen; Gm:Ground meristem; Qc:Quicent meristem; Rc:Root cap; Rh:Rhizoderm; Vc: Vascular cylinder)

در برش عرضی ریشه از بیرون به داخل ابتدا لایه اپیدرم سپس سلولهای پارانشیمی پوست (کورتکس)،آندودرم دایره محیطیه و استوانه مرکزی که در آن دستجات آوندی چوب و آبکش مشاهده شد(شکل A۲). مشاهدات نشان داد در گیاهانی که با آب پلاسمایی آبیاری شده بودند سرعت رشد آوندهای چوبی نسبت به نمونه شاهد شدت یافته و ساختارهای چوب زودرس و دیررس تکوین بیشتری را داشته اند و البته در مورد آوندهای آبکش نیز تا حدی این مورد صدق نموده اما در بخش های سطحی اپیدرم و تارهای کشنده وضعیت مناسب خود را حفظ کرده اند.(شکل B ۲ و C).



شکل۲- تصاویر برش عرضی ریشه از گیاهان شاهد (A) ، تیمار۱ (B) ، تیمار ۲ (C). مقیاس X10 .

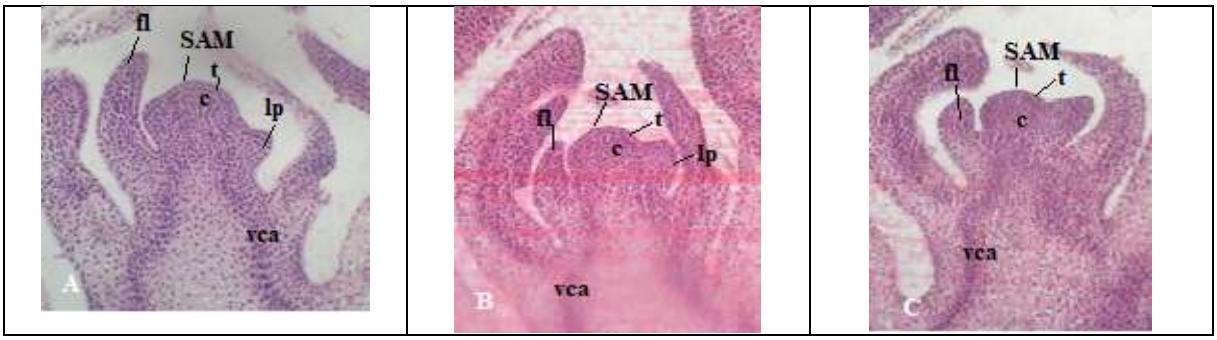
Figure2. The images of transverse section of the root of plants of control(A), treatment 1(B) , treatment 2(C). Scale X 10. (c:cortex; ep:epiderm; en:endoderm; mxy:metaxylem; ph:phloem; pr:pricycle; pxy:protoxylem; xy:xylem).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]

بررسی ساختار تشریحی ساقه

نتایج بررسی های انجام شده بر روی نمو طولی ساقه از مریستم های رویشی گیاه باقلا (۴۰ روزه) نشان داد که مریستم انتهای ساقه در گیاه شاهد گنبدی شکل است (شکل A۳). در ناحیه جانبی حلقه بنیادی وسیع و فعالیت برگزایی شدید است. در نمونه های تحت تیمار با آب پلاسمایی تغییر در شکل مریستم راس ساقه دیده می شود به طوری که مریستم از حالت گنبدی خارج شده و به سمت مسطح شدن و تشکیل مریستم زایشی پیش می رود.(شکل B ۳ و C).



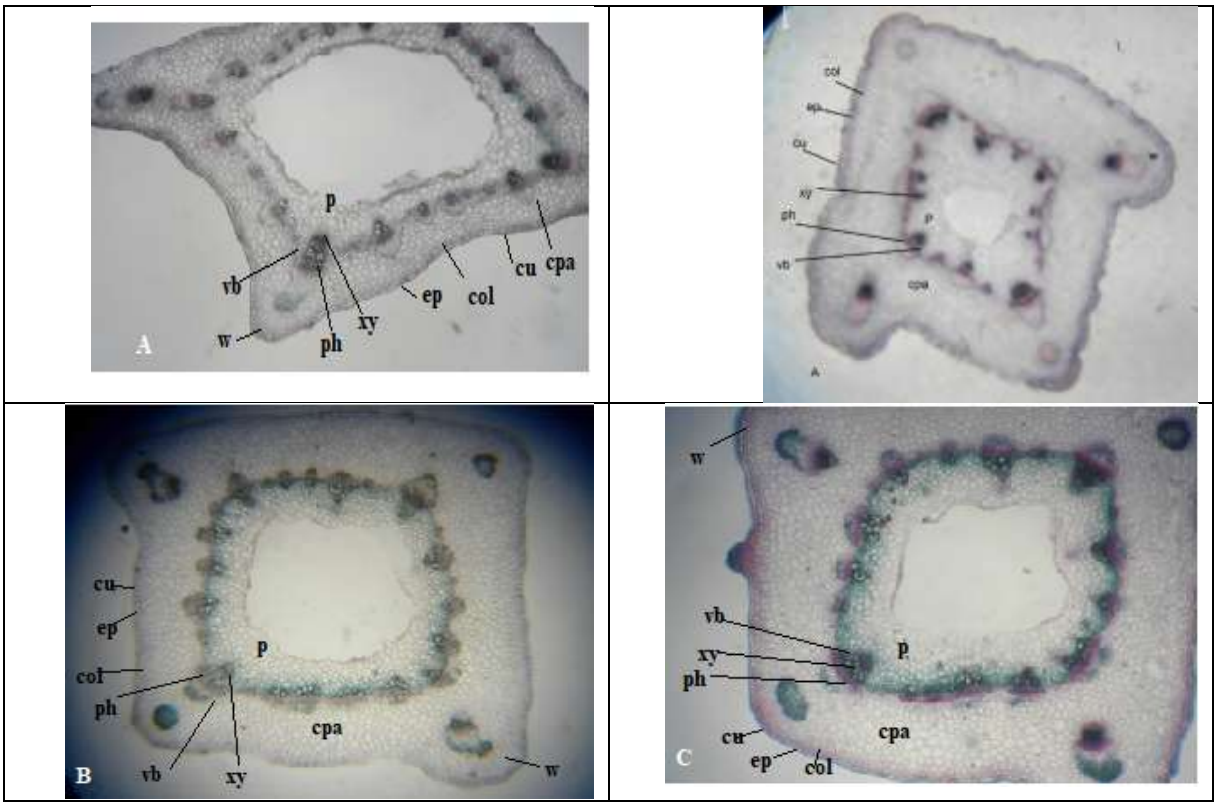
شکل۳- تصاویر برش طولی ساقه (مریستم راس ساقه) از گیاهان شاهد(A) ، تیمار۱(B)، تیمار۲(C). مقیاس X ۱۰.

Figure3. The images of longitudinal section of the stem(shoot apical meristem) of plants of control(A), treatment 1(B) , treatment 2(C).Scale X10. (c:corpus; first foliage leaf; lp:leaf primordium; SAM:Shoot Apical Meristem; t:tunica; vca:vascular cambium;).

دربرش عرضی ساقه از خارج به داخل ، بافت اپیدرم با لایه نازک کوتیکول به صورت یک لایه از سلولهای فشرده منظم ، پارانشیم پوست شامل یک تا دولایه از سلولهای کلانشیمی و چند لایه سلولهای چند وجهی، استوانه آوندی شامل دستجات چوب و آبکش اولیه کولاترال(پهلو به پهلو) به صورت جداگانه و مجزا در یک حلقه نسبتا بیضوی در اطراف مغز دیده می‌شود (شکل A۴). در گیاه شاهد در گوشه ها بالهایی(برآمدگیهایی) مشاهده می شود که دستجات آوندی در آنجا تشکیل شده (شکل A۴) ولی در گیاهان تحت تیمار در مقایسه با نمونه شاهد وسعت بالها کاهش یافته در عوض وسعت ساقه بیشتر شده و دستجات آوندی در این نواحی تراکم بیشتری دارند و دهانه آوندهای چوبی نیز گشادتر هستند.. همچنین در این گیاهان تراکم دستجات آوندی در استوانه آوندی بیشتر است (شکلB۴ و C).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]



شکل 4- تصاویر برش عرضی ساقه از گیاهان شاهد (A) ، تیمار۱ (B) ، تیمار ۲ (C) . مقیاس X ۱۰.

Figure4. The images of transverse section of the stem of plants of control(A), treatment 1(B) , treatment 2(C). Scale X10. (cpa:cotex parenchym; col:collanchym; cu:cuticole; ep:epiderm; p:pith; ph:phloem; vb:vascular bundles; w:wing; xy:xylem)

بحث

امروزه در جهان، با توجه به کمبود آب و مواد غذایی مناسب ، برای بهبود شرایط کشاورزی و کیفیت گیاهان بخصوص ارقام پر مصرف همواره بکار گرفتن تکنیک های پیشرفته و روش های اصلاح شده برای تهیه غذای مناسب مردم مورد نظر بوده که خوشبختانه در کشور ما این روش ها توسط محققین مورد نظر می باشد. یکی از این روش ها استفاده از آب پلاسمایی است که در پژوهش حاضر اثر آن بر روی گیاه باقلا مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج افزایش رشد دستجات آوندی را نشان داد که با نتایج Hayashi و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد. این محققان با بررسی های خود به تنظیم مثبت ژن های دخیل در افزایش تولید انرژی در فرایند فتوسنتز توسط آنزیم‌هایی مانند روبیسکو، افزایش تثبیت کربن و تولید هورمون گیاهی اکسین پی بردند، بنابراین می توان نتیجه گرفت سنتز اکسین بر روند تمایز دستجات آوندهای چوبی موثر است(Hayashi et al.,2019).

در پژوهشی که توسط Seddighinia و همکارانش (2020) روی گیاه *Momordica charantia* انجام شد مشاهده کردند که در گیاهان تحت تیمار با پلاسمای سرد قطر آوندهای چوبی در ساقه افزایش یافت (Seddighinia et al.,2020) که با بررسی های پژوهش حاضر در برش عرضی ساقه باقلا مطابقت دارد. در مطالعه ای دیگر صفری و همکارانش(۲۰۱۷) نشان دادند اثر پلاسما بر گیاه فلفل موجب تغییر در بافت آوند چوب و آبکش می شود آنها احتمال دادند که رادیکالهای آزاد موجود در پلاسما سبب تکوین و تمایز دستجات آوندی می گردد (Safari et al.,2017). در پژوهش حاضر نیز پراکنش بیشتر دستجات آوندی گیاهان تحت تیمار با آب پلاسمایی مشاهده شد. از طرفی در تحقیق دیگری در دستجات آوندی ریشه و ساقه گیاهان تحت تیمار افزایش رشد آوندهای چوبی مشاهده شد. بافت آوندی چوب و آبکش از جمله بافت های گیاهی هستند که نقش کلیدی در دفاع آناتومیک گیاه در برابر شرایط استرس زای سریع محیطی برعهده دارند تولید رادیکال های آزاد به وسیله سلول

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]
[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]

های گیاهی از یک سو و ورود گونه های اکسیژن رادیکالی خارجی به وسیله آب پلاسمایی سبب شده تا همان طور که آب از میان آوندهای چوبی عبور می کند منبع بالقوه ایی از رادیکال های آزاد شود (Gansert D., 2003). وجود گونه های فعال اکسیژن در فرآیند لیگنیفیکاسیون آوند چوبی در حین تمایز و تکامل آوندی نقش مهمی دارد(Ros Barceló A.,2005). محققان علت افزایش رشد سلولهای آندودرمی و رشد در دانه رستهای نخود تحت تیمار با پلاسمای سرد را به افزایش تولید لیگنین ناشی از افزایش بیوسنتز آنزیم پراکسیداز حاصل از گونه های فعال اکسیژن نسبت دادند(Renáta et al.,2021). مطالعات نشان داده گونه های فعال اکسیژن تقریباً بر همه جنبه های زیست شناسی گیاهی تأثیر میگذارند و سهم مهمی در کنترل تبادل اطلاعات سلولی و تعیین عملکرد و سرنوشت سلول دارند (Sonmez et al.,2023). این مولکولها پاسخهای گیاهان به تنشهای زیستی و غیر زیستی را تسهیل می کنند (Guo et al.,2023). علاوه بر این تعاملات ROSها دارای اثرات فراوان در تنظیم طیف گسترده ای از پاسخهای فیزیولوژیک به محیط زیست مانند جوانه زنی، نمو ریشه و بسته شدن روزنه های برگ دارد (Vavilala et al.,2015). در برش طولی ریشه مشاهده شد که ریشه های گیاهان تحت تیمار رشد طولی بیشتری نسبت به گیاهان کنترل داشتند. مشاهدات تجمع گونه های فعال نیتروژن در پاسخ به تیمار پلاسمایی را در گیاهان نشان داده است. این گونه های فعال می توانند مانند نیتریت و نیترات عمل کرده و به صورت کودهای نیتروژنی مسئول القای رشد در گیاهان باشد (Rahman et al.,2018). افزایش گونه های فعال نیتروژن همچنین می‌تواند با سایر واکنش‌های متابولیکی، فیتوهورمون‌ها، و آبشارهای سیگنال‌دهنده رشد و نمو که گیاه را در سطوح مختلف فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی تغییر می‌دهد، تداخل داشته باشد(Mujahid et al.,2020) همچنین مشاهده کردیم در گیاهان تحت تیمار با آب پلاسمایی مریستم راس رویشی تمایز سریعتری نسبت به گیاهان شاهد داشتند. برخی مطالعات گزارش دادند که رادیکال های آزاد اکسیژن در ساقه گیاه می توانند از طریق تاثیر بر عملکرد فاکتور رونویسی WUS تمایز و تقسیم سلول های مریستم راسی ساقه اثر بگذارد و به این ترتیب با تاثیر بر واکنشهای احیا نقش مهمی در چرخه سلولی و سیتوکینز دارد و باعث رشد و نمو بیشتر گیاه می شود (Schippers etal.,2016).اثرات مثبت پلاسما توسط Zhang و همکاران(2017) در گیاه سویا با تاثیر بیان ژنهای موثر برای رشد و رویش بهتر دانه اثبات شده است که با پژوهش حاضر همسو است.(Zhang et al.,2017).

نتیجه گیری کلی

امروز در جهان، با توجه به کمبود آب و مواد غذایی مناسب ، برای بهبود شرایط کشاورزی و کیفیت گیاهان بخصوص ارقام پر مصرف همواره بکار گرفتن تکنیک های پیشرفته و روش های اصلاح شده برای تهیه غذای مناسب مردم مورد نظر بوده که خوشبختانه در کشور ما این روش ها توسط محققین مورد نظر می باشد. یکی از این روش ها استفاده از آب پلاسما است که در پژوهش حاضر اثر آن بر روی گیاه باقلا مورد بررسی قرار گرفته است.

تاکنون اثرات مثبت آب پلاسما بر روی گیاه باقلا انجام نشده است و به نظر می رسد پژوهش حاضر اولین گزارش تحقیقی است، اما در خصوص سایر گیاهان در پژوهش های گذشته بطور همسو با پژوهش انجام شده است در واقع شرایط رشد و نمو بویژه تکوین دستجات چوبی در گیاهان تحت تیمار پلاسما افزایش پیدا کرده است.

در مقاله حاضر بوده بر اساس زمان شدت جوانه زنی بیشتر شده و بطور کلی در گیاهان تحت تیمار، پراکنش دستجات آوندی، رشد و تکوین آوندهای چوبی و رشد مریستم راس رویشی نسبت به شاهد بیشتر شد و گیاهان تحت تیمار سریعتر وارد فاز زایشی شدند. در پایان بطور کلی به نظر می رسد که اثرات آب پلاسما بر روی اندامهای گیاه باقلا مثبت بوده است و می‌توان نتیجه گرفت که یکی از تاثیرات آب فعال پلاسمایی رشد سریع‌تر مریستم رویشی و رشد و پراکنش بیشتر دستجات آوندی به ویژه تکوین سریعتر آوندهای چوبی است. این موضوع می‌تواند باعث افزایش جذب آب و همچنین افزایش جذب مواد غذایی و بهبود رشد گیاه شود.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از آزمایشگاه فیزیک دانشگاه اهواز که امکان تهیه آب پلاسما را برای این پژوهش فراهم نموده و کلیه عزیزانی که در انجام این پژوهش یاری نموده اند کمال تشکر و قدردانی را دارند .

References

Adhikari, B., Adhikari, M., & Park, G. (2020). The effects of plasma on plant growth, development, and sustainability. Applied Sciences, 10(17), 6045

Filatova, I., Lyushkevich, V., Haimi, P., & Baniulis, D. (2019). Treatment of Common Sunflower (Helianthus annus L.) Seeds with Radio-frequency Electromagnetic Field and Cold Plasma Induces Changes in Seed Phytohormone Balance, Seedling Development and Leaf Protein Expression. Scientific Reports, 9, 6437.

Gansert, D. (2003). Xylem sap flow as a major pathway for oxygen supply to the sapwood of birch (Betula pubescens Ehr.). Plant, Cell & Environment, 26(11), 1803-1814..

Guo, W., Xing, Y., Luo, X., Li, F., Ren, M., & Liang, Y. (2023). Reactive oxygen species: a crosslink between plant and human eukaryotic cell systems. International Journal of Molecular Sciences, 24(17), 13052.

Hayashi, N., Ono, R., Nakano, R., Shiratani, M., Tashiro, K., Kuhara, S., & Hagiwara, H. (2016). DNA microarray analysis of plant seeds irradiated by active oxygen species in oxygen plasma. Plasma Medicine, 6(3-4).

Ling, L., Jiafeng, J., Jiangang, L., Minchong, S., Xin, H., Hanliang, S., & Yuanhua, D. (2014). Effects of cold plasma treatment on seed germination and seedling growth of soybean. Scientific reports, 4(1), 5859.

Lee, K. H., Kim, H. J., Woo, K. S., Jo, C., Kim, J. K., Kim, S. H., & Kim, W. H. (2016). Evaluation of cold plasma treatments for improved microbial and physicochemical qualities of brown rice. Lwt, 73, 442-447.

Mujahid, Z., Tounekti, T., & Khemira, H. (2020). Cold plasma treatment to release dormancy and improve growth in grape buds: a promising alternative to natural chilling and rest breaking chemicals. Scientific Reports, 10(1), 2667.

Rahman, M. M., Sajib, S. A., Rahi, M. S., Tahura, S., Roy, N. C., Parvez, S., ... & Kabir, A. H. (2018). Mechanisms and signaling associated with LPDBD plasma mediated growth improvement in wheat. Scientific reports, 8(1), 10498.

Renáta, Š., Nicolette, V., Monika, B., Stanislav, K., Eliška, G., Veronika, M., & Ľudmila, S. (2021). Enhanced in situ activity of peroxidases and lignification of root tissues after exposure to non-thermal plasma increases the resistance of pea seedlings. Plasma Chemistry and Plasma Processing, 41, 903-922.

Ros Barceló, A. (2005). Xylem parenchyma cells deliver the H2O2 necessary for lignification in differentiating xylem vessels. Planta, 220(5), 747-756.

Safari, N., Iranbakhsh, A., & Ardebili, Z. O. (2017). Non-thermal plasma modified growth and differentiation process of Capsicum annuum PP805 Godiva in in vitro conditions. Plasma Science and Technology, 19(5), 055501 (In Persian).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]

Schippers, J. H., Foyer, C. H., & van Dongen, J. T. (2016). Redox regulation in shoot growth, SAM maintenance and flowering. Current opinion in plant biology, 29, 121-128.

Seddighinia, F. S., Iranbakhsh, A., Oraghi Ardebili, Z., Nejad Satari, T., & Soleimanpour, S. (2020). Seed priming with cold plasma and multi-walled carbon nanotubes modified growth, tissue differentiation, anatomy, and yield in bitter melon (Momordica charantia). Journal of plant growth regulation, 39, 87-98.

Sera, B., Stranák, V., Serý, M., Tichý, M., & Spatenka, P. (2008). Germination of Chenopodium album in response to microwave plasma treatment. Plasma Science and Technology, 10(4), 506.

Sivachandiran, L., & Khacef, A. (2017). Enhanced seed germination and plant growth by atmospheric pressure cold air plasma: combined effect of seed and water treatment. RSC advances, 7(4), 1822-1832.

Sonmez, M. C., Ozgur, R., & Uzilday, B. (2023). Reactive oxygen species: Connecting eustress, hormesis, and allostasis in plants. Plant Stress, 8, 100164.

Tong, J., He, R., Zhang, X., Zhan, R., Chen, W., & Yang, S. (2014). Effects of atmospheric pressure air plasma pretreatment on the seed germination and early growth of Andrographis paniculata. Plasma Science and Technology, 16(3), 260.

Vavilala, S. L., Gawde, K. K., Sinha, M., & D'Souza, J. S. (2015). Programmed cell death is induced by hydrogen peroxide but not by excessive ionic stress of sodium chloride in the unicellular green alga Chlamydomonas reinhardtii. European Journal of Phycology, 50(4), 422-438.

Wang, X. Q., Zhou, R. W., Groot, G. D., Bazaka, K., Murphy, A. B., & Ostrikov, K. (2017). Spectral characteristics of cotton seeds treated by a dielectric barrier discharge plasma. Scientific reports, 7(1), 5601.

Yodpitak, S., Mahatheeranont, S., Boonyawan, D., Sookwong, P., Roytrakul, S., & Norkaew, O. (2019). Cold plasma treatment to improve germination and enhance the bioactive phytochemical content of germinated brown rice. Food chemistry, 289, 328-339.

Zhang, S., Rousseau, A., & Dufour, T. (2017). Promoting lentil germination and stem growth by plasma activated tap water, demineralized water and liquid fertilizer. RSC advances, 7(50), 31244-31251.

Zhang, J. J., Jo, J. O., Huynh, D. L., Mongre, R. K., Ghosh, M., Singh, A. K., & Jeong, D. K. (2017). Growth-inducing effects of argon plasma on soybean sprouts via the regulation of demethylation levels of energy metabolism-related genes. Scientific Reports, 7(1), 41917.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-05-28]

[DOI: 10.22034/NBR.12.4.4]