مجله ترویجی سبزیجات گلخانه‌ای، جلد هشتم، شماره ۲، زمستان ۱۴۰۴، صفحات: ۲۲-۱۷

افزایش عملکرد محصول گلخانه‌ای با استفاده از فناوری نانوحباب اکسیژن

شهربانو وکیلی بسطام[1*]

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گلستان، گرگان، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: sh.vakili@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۰۴ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۶**

چکیده

امروزه با افزایش کشت‌های گلخانه‌ای از روش‌ها و فناوری‌های مختلفی بـرای افـزایش عملکرد محصولات استفاده می‌شود. در کشت گلخانه‌ای به‌صورت هیدروپونیک، کیفیت آب به طورمستقیم بر تولید محصول اثر می‌گذارد. در این نوع کشت وجود سطح مناسب اکسیژن در محلول غذایی برای جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه بسیار با اهمیت است. در سیستم معمول کشت هیدروپونیک، مقدار اکسیژن موجود در آب آبیاری و محلول‌های غذایی از نیاز واقعی ریشه‌های گیاهان کمتر است. یکی از روش‌های جدید جهت بهبود کیفیت آب و محلول غذایی استفاده از فناوری تولید نانوحباب اکسیژن است. با استفاده از این فناوری تولید حباب‌های بسیار ریز حاوی اکسیژن و تزریق به آب آبیاری و محلول غذایی علاوه بر افزایش میزان اکسیژن در دسترس ریشه و رشد بیشتر آن، موجب افزایش جذب عناصر غذایی، کاهش شوری بستر کشت، کاهش جمعیت عوامل بیماریزای ریشه و درنهایت افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول تولیدی می‌گردد. لازم است برای استفاده از این فناوری، ژنراتور متناسب با فضای گلخانه برای تولید نانوحباب نصب شود. همچنین نیاز است مشاوره با کارشناسان خبره جهت دریافت دانش فنی لازم انجام گردد.

کلیدواژه: فناوری نانوحباب، بهبود کیفیت آب، افزایش عملکرد

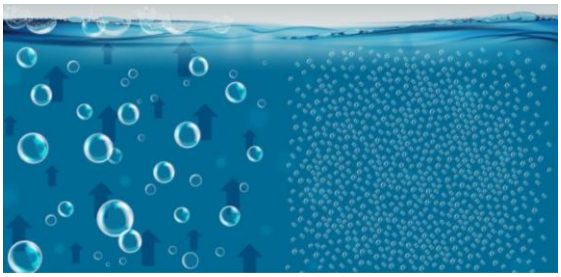
متن مقاله

بیان مساله:

در کشت هیدروپونیک محصولات گلخانه‌ای از آنجایی- که ریشه‌های گیاه در ارتباط مستقیم با محلول‌های غذایی هستند، بهبود کیفیت آب نقش بسیار مؤثری در بهبود رشد گیاه و افزایش محصول خواهد داشت. غلظت مناسب اکسیژن در آب به طور مستقیم رشد ریشه گیاه و جذب عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (وو و همکاران، ۲۰۱۹). در سیستم‌های معمول هیدروپونیک مقدار اکسیژن موجود در آب از نیاز واقعی ریشه گیاه کمتر است. وجود مقدار کافی اکسیژن در محلول غذایی برای جذب عناصر غذایی توسط ریشه بسیار با اهمیت است و کمبود اکسیژن اثر منفی بر رشد گیاه و عملکرد محصول دارد (لی و کیو، ۲۰۱۹). با پیشرفت‌های جدید در کشت‌های گلخانه‌ای استفاده از فناوری تولید نانوحباب یکی از راهکارهای مفید جهت بهبود کیفیت آبیاری و تغذیه است. هنگامی که سلول های ریشه در محیط با سطح اکسیژن محلول بسیار بالا رشد می‌کنند، سرعت سوخت و ساز در آنها افزایش می‌یابد، از اینرو قدرت جذب آب و مواد غذایی محلول در آب نیز در آنها افزایش می‌یابد. به دلیل مزایای فراوان، استفاده از نانوحباب‌ها جهت افزایش سطح اکسیژن در تولید محصولات کشاورزی، بسیار مورد توجه قرار گرفته است (بارام و همکاران، ۲۰۲۲).

فناوری نانوحباب چیست؟

نانوحباب‌ها ذراتی با قطر کمتر از ۲۰۰ نانومتر و کوچکتر از دانه نمک هستند (اگاروال و همکاران، ۲۰۱۱)، این ذرات به اشکال کروی و بسیار ریز به صورت حباب داخل آب شناور هستند. در استفاده از فناوری نانوحباب در گلخانه، نانوحباب‌های اکسیژن تولید شدهخ به‌وسیله ژنراتور در آب آبیاری تزریق می- شوند. میزان اکسیژن محلول در آب با استفاده از فناوری نانوحباب چندین برابر افزایش می‌یابد. این حباب‌های بسیار ریز به مدت طولانی در داخل محلول غذایی پخش شده و باقی می‌مانند. اندازه کوچک نانو حباب‌ها خواص شیمیایی و فیزیکی منحصر به فردی ایجاد می‌کند. به دلیل قابلیت نفوذ بالای این ذرات جذب آب و مواد غذایی بهتر انجام می‌شود.



شکل ۱- تفاوت نانوحباب و حباب‌های اکسیژن در آب: نانوحباب‌ها در آب پایدار هستند ولی حباب‌ها به سطح حرکت کرده و از آب خارج می‌شوند.

مزایای استفاده از نانوحباب‌ها در محلول غذایی در کشت هیدروپونیک

بهبود رشد ریشه و جذب بهتر آب و موادغذایی: استفاده از نانو حباب در بستر کشت هیدروپونیک اکسیژن‌رسانی را افزایش می‌دهد. افزایش اکسیژن موجب افزایش رشد ریشه می‌شود و جذب مواد غذایی و آب بهتر انجام می‌گیرد.

شکل ۲- اثر استفاده از نانوحباب اکسیژن در رشد ریشه و برگ گیاه (سمت چپ آبیاری با آب معمولی، سمت راست: آبیاری با آب حاوی نانوحباب اکسیژن)

کاهش شوری بستر کشت: وجود نانوحباب‌های اکسیژن به شستشوی نمک از ناحیه ریشه کمک می‌کند و درنتیجه موجب کاهش اثر شوری محلول غذایی بر گیاه می‌شود.

افزایش راندمان مصرف کودهای شیمیایی در محلول غذایی: نانو حباب‌ها باعث افزایش پراکندگی عناصر غذایی در محلول می‌شوند. پراکندگی یکنواخت بیشتر عناصر مواد مغذی باعث افزایش در دسترس بودن مواد غذایی و امکان جذب بیشتر آنها توسط ریشه می‌شود. همچنین با اضافه کردن نانو حباب‌های اکسیژن به محلول‌های غذایی فعالیت میکروب‌های تبدیل‌کننده مواد غذایی به اشکال قابل جذب افزایش می‌یابد و جذب عناصر سنگین مانند کلسیم با سهولت بیشتری انجام می‌شود که خود منجر به افزایش ماندگاری میوه می‌شود.

تصفیه پساب گلخانه: کاربرد دیگر فناوری تولید نانوحباب اکسیژن در تصفیه و استفاده مجدد از پساب گلخانه است. پسابی که از رهکش بستر هیدروپونیک خارج می‌شود حاوی مقادیر زیادی کود است. تصفیه و ضدعفونی این پساب با توجه به قیمت بالای کودهای هیدروپونیک، می‌تواند منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه‌ها گردد.

کاهش بیماری‌های ریشه و استفاده‌ی کمتر از سموم قارچ کش: به علت اینکه باکتری‌های مفید در محیط غنی از اکسیژن رشد می‌کنند استفاده از نانوحباب اکسیژن موجب افزایش رشد باکتری‌های مفید در محیط ریشه شده و از این جهت نیز به تقویت ریشه کمک می‌کند. عوامل بیماری‌زای ریشه مانند قارچ‌های پیتیوم و فوزاریوم در محیط‌های بی‌هوازی رشد بهتری دارند لذا با افزایش میزان اکسیژن محلول، رشد این قارچ‌ها محدود می‌شود. همچنین به‌خاطر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نانوحباب‌های اکسیژن، این حباب‌های ریز در تماس با قارچ‌ها تا حدودی موجب از بین رفتن و کنترل رشد آنها می‌شوند و بدین‌جهت نیاز به مصرف سموم شیمیایی برای کنترل این بیماری‌ها کاهش می‌یابد که خود موجب کاهش هزینه و افزایش سلامت محصول برای مصرف‌کننده می‌گردد.

کاهش میزان جلبک در لوله‌های آبیاری: یکی از مخاطرات جدی در کشت هیدروپونیک تشکیل جلبک در لوله‌های آبیاری است که موجب گرفتگی روزنه‌ها و لوله‌ها می‌گردد. نانوحباب‌های اکسیژن به طور قابل توجهی رشد جلبک و ترکیبات زیستی در لوله‌های آبیاری را کاهش می‌دهند.

افزایش عملکرد و کیفیت محصول: در بستر کشت هیدروپونیک افزایش میزان اکسیژن محلول در آب بر روی سلامت و رشد ریشه گیاهان و جذب بهتر عناصر غذایی مؤثر خواهد بود. میزان سبزینه برگ‌ها افزایش یافته که درنتیجه عملکرد محصولات مختلف گلخانه‌ای افزایش خواهد یافت. همچنین کیفیت محصول تولید شده نیز از لحاظ رنگ میوه، اندازه و طعم بالاتر است و محصول تولید شده ماندگاری بهتری دارد.
طبق گزارشات میدانی میزان تولید محصول در گلخانه گوجه‌فرنگی با استفاده از این فناوری به میزان ۲۰ تا ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. همچنین ۲۰ تا ۳۰درصد منجر به صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود و طبق ادعای برخی شرکت‌های ارائه دهنده‌ی این فناوری بیش از ۷۰درصد مصرف قارچ‌کش‌ها در گلخانه را کاهش می‌دهد.

چالش‌های استفاده از فناوری نانوحباب اکسیژن:
هزینه بالای خرید و نصب تجهیزات از چالش‌های استفاده از این فناوری است. به نظر می‌رسد با افزایش راندمان مصرف آب، کود و سموم و افزایش عملکرد و کیفیت محصول در طولانی مدت جبران هزینه‌های اولیه را بنماید و از این لحاظ مقرون به صرفه باشد. ارائه تسهیلات بانکی و حمایت دولت در رفع این چالش مؤثر خواهد بود. هزینه تولید و اجرای فناوری نانوحباب، به ویژه در مقیاس بزرگ باید ارزیابی شود.

حفظ غلظت نانوحباب‌های اکسیژن در حد مطلوب بسیار بااهمیت است چرا که اکسیژن‌رسانی بیش از حد موجب ایجاد تنش در گیاه می‌شود. اندازه‌گیری غلظت نانوحباب‌ها به تجهیزات خاصی نیاز دارد که پیچیده و پرهزینه است.

چالش مهم دیگر در استفاده از این فناوری، عدم آشنایی و یا دانش فنی پایین کارشناسان در زمینه استفاده از این فناوری است. هنوز بسیاری از گلخانه-داران و حتی کارشناسان با مفهوم فناوری نانو حباب آشنا نیستند لذا لازم است کارگاه‌های آموزشی مناسب در این زمینه برگزار گردد.

توصیه‌های ترویجی

۱. جهت افزایش عملکرد و تولید محصول با کیفیت مناسب و کاهش مصرف سموم شیمیایی استفاده از فناوری نانوحباب در کشت هیدروپونیک توصیه می‌گردد.

۲.در نصب ژنراتورهای نانوحباب‌ساز دقت شود که ظرفیت تولید ژنراتور متناسب با فضای گلخانه در نظر گرفته شود.

۳.در استفاده از فناوری نانوحباب نیاز است دانش فنی لازم با مشورت با شرکت‌های معتبر و کارشناسان خبره کسب شود.

۴.دانش فنی کارشناسان فنی گلخانه‌ها با برگزاری کارگاه‌های آموزشی افزایش یابد.

منابع:

Agarwal, A., Ng, W. J. and Liu, Y. 2011. Principle and applications of microbubble and nanobubble technology for water treatment. Chemosphere, 84(9), 1175 -1180.

Baram, S., Weinstein, M., Evans, J. F., Berezkin, A., Sade, Y., Ben -Hur, M., Bernstein, N. and Mamane, H. 2022. Drip irrigation with nanobubble oxygenated treated wastewater improves soil aeration. Scientia Horticulturae, 291, 110550.

Li, Y and Cave, R. 2019. Nanobubbles in Hydroponics. Proceedings, 36, 39; doi:10.3390/proceedings2019036039.

Wu, Y., Lyu, T., Yue, B., Tonoli, E., Verderio, E. A., Ma, Y. and Pan, G. 2019. Enhancement of tomato plant growth and productivity in organic farming by agri -nanotechnology using nanobubble oxygation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 67(39): 10823 -10831.