مقایسه تأثیر محلول‌های غذایی مختلف بر غلظت عناصر و برخی صفات کیفی کاهو در سیستم هیدروپونیک

میثم صفایی[۱]، جابر پناهنده[۱*]، سید جلال طباطبایی[۱] و علیرضا مطلبی آذر[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۲)

چکیده

کاهو به عنوان یک سبزی برگی دارای منافع اقتصادی قابل توجهی می‌باشد. با وجود اینکه امروزه تمایل زیادی به تولید این سبزی به صورت آبکشت (هیدروپونیک) وجود دارد، ولی محلول‌های غذایی مختلفی برای پرورش کاهو استفاده می‌شود و یک محلول غذایی بهینه برای پرورش این سبزی در ایران معرفی نشده است. بنابراین، آزمایشی برای شناسایی محلول بهینه از بین محلول‌های غذایی رایج برای پرورش کاهو انجام گرفت. در این آزمایش، تأثیر چهار محلول غذایی (هوگلند و آرنون NS_{Hog}، ناپ NS_{Knop}، انگلستان NS_{UK} و محلول دانشگاه تبریز NS_{UT}) روی دو رقم کاهوی سیاهو (Siahoo) و کانکویستادور (Conquistador) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز بررسی و صفاتی مانند مواد جامد قابل حل (TSS)، تست پانل، درصد ماده خشک، محتوای نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم و نیترات برگ اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش نشان داد که محلول‌های غذایی مختلف تأثیر معنی‌داری بر غلظت عناصر و برخی صفات کیفی داشتند. به‌طوری که بیشترین درصد ماده خشک و محتوای نیتروژن و پتاسیم برگ به ترتیب در محلول‌های ناپ، دانشگاه تبریز و هوگلند مشاهده شد. اثر متقابل رقم و نوع محلول غذایی بر نتایج تست پانل معنی‌دار شد، به‌طوری که محلول‌های هوگلند و ناپ در رقم کانکویستادور و محلول‌های انگلستان و هوگلند در رقم سیاهو حداکثر ارزش تست پانل را نشان دادند. اثر محلول‌های غذایی بر سایر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نشد. به این ترتیب، به نظر می‌رسد که مصرف محلول غذایی هوگلند از نظر صفات کیفی کاهو ارجحیت داشته باشد. ولی لازم است که محلول‌های غذایی از نظر عملکرد و جنبه‌های اقتصادی نیز بررسی گردند.

واژه‌های کلیدی: سبزی برگی، محلول بهینه، تست پانل

مقدمه

در سال‌های اخیر وجود برخی از مشکلات در کشت‌های خاکی مانند شوری و بافت نامناسب خاک و همچنین محدودیت منابع آب در برخی از کشورها، به‌ویژه ایران، منجر به توسعه کشت‌های بدون خاک گردیده است. زوال حاصلخیزی خاک، افزایش شوری و همچنین بروز بیماری‌های خاک‌زاد پس از کشت‌های متناوب دیده می‌شود. بنابراین، استفاده از کشت‌های بدون خاک به عنوان جایگزین برای کشت‌های خاکی در کشور محسوب می‌شود. تحقیقات نشان داده که اگر عناصر غذایی به طریق کود آبیاری (Fertigation) و کوددهی (Fertilization) در اختیار گیاه قرار گیرد، رشد گیاه نیازی به خاک ندارد (۶).

کاهو (*Lactuca sativa* L.) به عنوان یک سبزی برگی دارای منافع اقتصادی قابل توجهی می‌باشد و در سال‌های اخیر گرایش زیادی به تولید این محصول به صورت آبکشت وجود دارد. با وجود این، محلول‌های غذایی متفاوتی برای کشت بدون خاک کاهو استفاده می‌شود و یک محلول غذایی بهینه برای کشت بدون خاک این گیاه در شرایط آب و هوایی ایران وجود ندارد. سبزی‌های برگی به دلیل محدودیت محیط ریشه و تراکم

۱. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*: مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیکی: panahandeh@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.2.1.2]

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.2.1]

جدول ۱. غلظت عناصر غذایی (mg/L) در محلول‌های غذایی مورد مطالعه

عناصر غذایی	University of Tabriz	England	Knop's	Hoagland and Arnon
N	۲۰۸/۰	۲۸۵/۰	۱۷۰/۰	۲۴۲
K	۱۹۳/۰	۳۴۹/۲	۷۷/۶	۳۲۲
Ca	۸۴/۵	۱۲۶/۸	۱۳۵/۲	۲۲۴
P	۲۰/۷	۱۶۰/۸	۱۰۷/۲	۳۱
S	۵۲/۷	۴۴/۸	۱۶/۷	۱۱۳
Mg	۳۹/۲	۲۹/۴	۹/۸	۴۹
Fe	۱/۹	۲/۲۵	۰/۳	۳/۰
Cl	--	--	--	۱/۸
B	۰/۳	۰/۵	۵/۱	۰/۳
Mn	۰/۸	۹/۹	۴/۹	۰/۱
Zn	۰/۱	۰/۱	۱/۱	۰/۱
Cu	۰/۲	۰/۱۲	۰/۵	۰/۰۳
Mo	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳

زیاد گیاه نیازمند مدیریت دقیق کودها می‌باشند (۹). همچنین، در بسترهای کشت بدون خاک، غلظت عناصر ضروری برای گیاهان به طور متناوب به سطح ناکافی برای حفظ رشد مداوم می‌رسد. بنابراین، بهینه‌سازی غلظت عناصر غذایی برای به‌دست آوردن عملکرد بیشینه و کیفیت این محصولات ضروری است. غلظت کل عناصر در محلول غذایی مورد استفاده در کشت‌های بدون خاک یکی از مهم‌ترین جنبه‌ها برای تولید موفق سبزی‌ها است. سطوح بیش از حد زیاد عناصر سبب ایجاد تنش اسمزی، سمیت و عدم تعادل یونی می‌شود و همچنین سطوح بیش از حد که عناصر منجر به بروز علائم کمبود عناصر می‌گردد (۸). تلاش‌های متعددی برای برآورد محدوده مطلوب غلظت یونی کل در محلول‌های غذایی برای تولید محصولات گلخانه‌ای صورت گرفته است (۲ و ۱۲). با این وجود، اطلاعات اندکی در مورد غلظت بهینه‌ی عناصر برای بسیاری از سبزی‌ها، به‌ویژه سبزی‌های برگی، در دسترس است. غلظت بهینه کودها و دسترسی به آب برای گیاهان باغی در کشت بدون خاک به شرایط محیطی نیز بستگی دارد. به عنوان مثال، کانگ و وان ایرسل (۴) گزارش کردند که غلظت بهینه کودها برای گیاهان گلدانی، با افزایش دما کاهش می‌یابد. بر اساس این ملاحظات، هدف از انجام این آزمایش مقایسه اثر محلول‌های غذایی مختلف بر غلظت عناصر و برخی شاخص‌های کیفی در کاهو می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در گلخانه تحقیقاتی هیدروپونیک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و در چهار تکرار اجرا گردیده ۳۲ گلدان به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی چیده شده و در هر گلدان ۴ گیاه کاشته شد. آزمایش به صورت کشت بدون خاک در مواد جامد پرلایت صورت گرفت. گلدان‌های کشت در ابعاد ۲۵×۲۰×۲۰ سانتی‌متر بودند. محلول‌های غذایی رایج در کشت‌های هیدروپونیک در دنیا شامل محلول هوگلند و آرنون (۱)، NS_{Hoag} (Hoagland and Arnon)، محلول غذایی ناپ (۱)، NS_{Knop} (Knop's)، محلول غذایی انگلستان (۱۳)، NS_{UK} (England) و همچنین محلول غذایی دانشگاه تبریز (۱۱)، NS_{UT} (University of Tabriz) به عنوان تیمار روی دو رقم

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.2.1.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.2.1]

کاهوی برگی سیاهو (Siahoo) و کانکویستادور (Conquistador) اعمال شد که در مجموع هشت تیمار آزمایشی را تشکیل می‌دادند. ترکیب محلول‌های غذایی مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است.

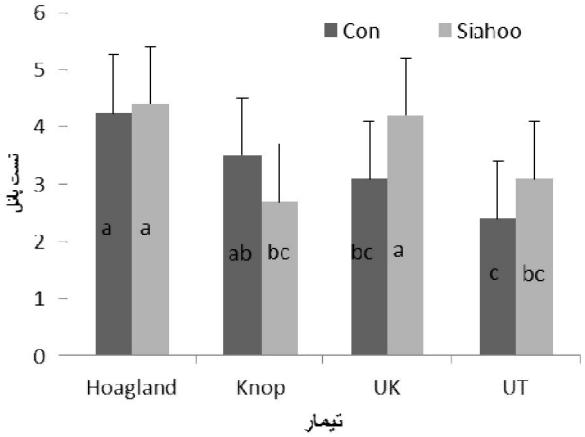
بذرهای دو رقم کاهو در اواسط اسفند در سینی‌های کشت حاوی مخلوطی از پرلایت و پیت‌ماس (با نسبت ۱ به ۲) به منظور تهیه نشا کشت شدند. بعد از جوانه‌زنی و ظهور برگ‌های اولیه، نشاها به بسترهای اصلی انتقال داده شدند. دمای گلخانه در طول دوره کشت ۱۸-۲۴ درجه سلسیوس بود. سیستم تهویه‌ی اتوماتیک برای تهویه‌ی هوای گلخانه هنگامی که دمای گلخانه به بیش از ۲۴ درجه می‌رسید تنظیم شده بود. محلول‌های غذایی با اضافه کردن نمک‌ها به مقدار تعیین شده به بشکه‌های ۲۰۰ لیتری تهیه شدند. در طول دوره رشد گیاه، از نصف غلظت محلول‌های غذایی استفاده شد. محلول‌رسانی به گیاهان به صورت دستی و روزانه ۳ تا ۴ بار بسته به دوره رشد گیاه صورت گرفت. pH محلول‌های غذایی با استفاده از اسید فسفریک و اسید نیتریک در محدوده ۶ تعدیل شده. به منظور اجتناب از تجمع نمک، هر ۱۰ الی ۱۴ روز یک‌بار آبشویی بستر کشت صورت گرفت. بعد از سه ماه، گیاهان برداشت شده و از هر گلدان دو گیاه برای ارزیابی انتخاب شدند. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول، برگ‌های دو گیاه برداشت شده از هر واحد آزمایشی را به‌صورت مجزا از ناحیه دمبرگ جدا کرده و پس از تکه تکه کردن دمبرگ‌ها، با استفاده از انبرک، چند قطره از آب دمبرگ روی دستگاه رفراکتومتر ریخته شد. عدد نشان داده شده توسط دستگاه به عنوان شاخصی از مواد جامد قابل حل (TSS) دمبرگ گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری شاخص تست پانل، ابتدا اعداد بین ۱ تا ۵ به عنوان شاخص در نظر گرفته شد. سپس، از پنج نفر از دانشجویان دعوت شد تا با خوردن هر کاهو، اعداد بین ۱ تا ۵ را به صورت مقایسه‌ای بین تیمارها در نظر بگیرند. سپس، کاهوهای متعلق به هر تیمار در اختیار این ۵ نفر قرار گرفت و بعد از مقایسه طعم توسط این افراد، نمره‌های در نظر گرفته شده یادداشت شد. نیتروژن موجود در برگ‌ها با استفاده از دستگاه کجلدال اندازه‌گیری شد. به این منظور نمونه‌ها خشک و آسیاب شده و درون اجاق هضم در دمای ۳۸۰ درجه سلسیوس مراحل هضم را گذرانیدند. سپس، با استفاده از NaOH، اسید بوریک و معرف‌های رنگی تیتر گردیده و مقدار نیتروژن آن‌ها محاسبه شد (۱۰). برای تعیین فسفر، نمونه‌های خشک شده گیاهی به مدت ۱۲ ساعت بدون حرارت و به مدت ۶ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس هضم گردید و توسط اسپکتروفتومتر (Moticm CL-45240-00, China) در طول موج ۴۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (۱۱). برای تعیین پتاسیم، هضم نمونه‌ها همانند فسفر صورت گرفت و غلظت پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر و روش نشر شعله‌ای اندازه‌گیری شد (۱۱). برای اندازه‌گیری کلسیم، از عصاره گیاهی حاصل از مرحله هضم یک میلی‌لیتر برداشته، ۲/۵ میلی‌لیتر نیترات لانتانیوم یا کلرید لانتانیوم اضافه نموده و در نهایت با آب مقطر حجم آن به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. برای اندازه گیری مقدار کلسیم، از دستگاه طیف سنج جذب اتمی استفاده شد (۱۱). میزان نیترات از روش اسید سولفوسالیسیلیک- سود و توسط دستگاه نیترات-سنج (HORIBA, Japan) اندازه‌گیری شد (۱۱).

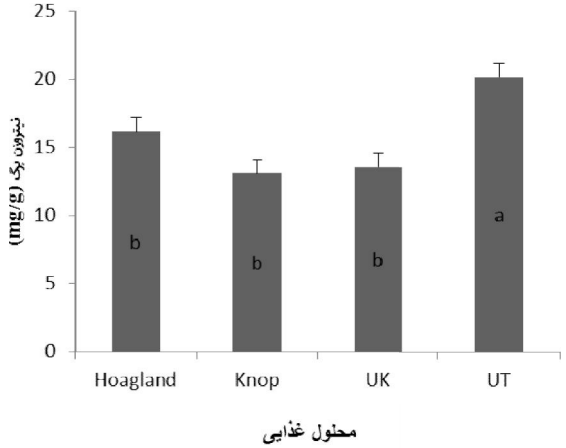
نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین محلول‌های غذایی و دو رقم مورد مطالعه از نظر صفت مواد جامد محلول وجود نداشت. همچنین، اختلاف معنی‌داری بین محلول‌های غذایی و دورقم مورد مطالعه از نظر نیترات برگ وجود نداشت. مقدار نیترات موجود در برگ‌های دو رقم مورد مطالعه از حداکثر مقدار نیترات مجاز در برگ کاهو که توسط اتحادیه قانون‌گذاری اروپا (۱۰) تعیین شده است تجاوز نکرد. بر طبق توصیه این اتحادیه، حداکثر نیترات مورد قبول برای کاهوی گلخانه‌ای تابستانه ۳۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر، برای کاهوی زمستانه ۴۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر و برای کاهوی پرورش یافته در فضای آزاد ۲۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.2.1.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.2.1]



شکل ۱. اثر متقابل محلول غذایی و رقم بر تست پانل کاهو



شکل ۲. اثرمحلول غذایی بر نیتروژن کل برگ

تر می‌باشد. با وجود غلظت زیاد نیتروژن در برخی از محلول‌های غذایی، کم بودن نیترات برگ را می‌توان به پایین بودن ظرفیت ذخیره‌سازی نیترات در ارقام اصلاح شده و همچنین در مورد محلول دانشگاه تبریز به وجود یون آمونیوم که کاهنده جذب نیترات است نسبت داد (۱۰). بیشترین مقدار نیترات برگ در این آزمایش ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر بود.

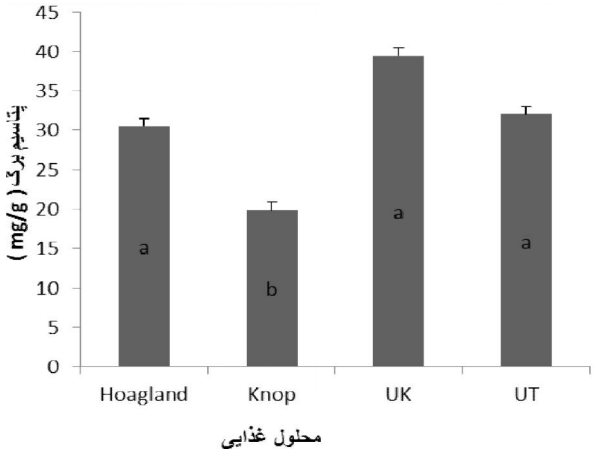
نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین محلول‌های غذایی از نظر تست پانل در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت؛ اما اختلاف معنی‌داری بین دو رقم از نظر تست پانل وجود نداشت. اثر متقابل نوع محلول غذایی در رقم بر تست پانل در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (شکل ۱)

کاهوی با کیفیت عالی علاوه بر اینکه باید عاری از قهوه‌ای شدن (Browning) باشد و برگ‌های بیرونی رنگ سبز روشن و برگ‌های درونی رنگ زرد مایل به سبز داشته باشند، باید از طعم خوبی نیز برخوردار باشد. تست پانل به منظور بررسی طعم بعضی از محصولات به کار می‌رود که بر اساس حس چشایی انجام می‌پذیرد. نتایج نشان داد که در رقم سیاهو اختلاف معنی‌داری بین محلول غذایی Hoagland و محلول غذایی UK وجود ندارد. اما، اختلاف معنی‌داری بین محلول‌های غذایی Hoagland و UK با محلول‌های غذایی Knop و UT وجود داشت. بین محلول‌های غذایی Knop و UT نیز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. رقم سیاهو کشت شده در محلول غذایی هوگلند، بیشترین ارزش را از نظر صفت تست پانل، به دست آورد؛ هر چند که اختلاف معنی‌داری با محلول غذایی انگلستان نشان نداد. در رقم کانکویستادور، اختلاف معنی‌داری بین محلول‌های غذایی Hoagland و Knop از نظر تست پانل وجود نداشت. بین محلول غذایی Hoagland و محلول‌های غذایی UK و UT اختلاف معنی‌داری وجود داشت. اختلاف معنی‌داری بین محلول غذایی Knop و محلول‌های غذایی UK و UT وجود داشت. اختلاف معنی‌داری بین محلول‌های غذایی UK و UT از نظر تست پانل وجود نداشت (شکل ۱).

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین محلول‌های غذایی از نظر نیتروژن کل گیاه در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت. در حالی که اختلاف معنی‌داری بین دو رقم مورد مطالعه از نظر میزان نیتروژن کل وجود نداشت، از نظر محتوای نیتروژن کل، اختلاف معنی‌داری بین محلول‌های غذایی UK، Knop و Hoagland وجود نداشت، ولی اختلاف معنی‌داری بین محلول غذایی UT با سایر محلول‌های غذایی وجود داشت. بیشترین میزان نیتروژن در گیاهان تیمار شده با محلول غذایی دانشگاه تبریز مشاهده شد. اختلاف معنی‌داری بین سایر محلول‌های غذایی از نظر میزان نیتروژن کل وجود نداشت (شکل ۲).

غلظت ترکیبات دارای نیتروژن در وزن تر کاهو یکی از

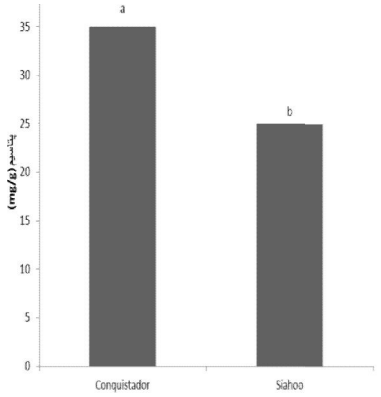
[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.2.1.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.2.1]



شکل ۳. اثر محلول غذایی بر پتاسیم برگ کاهو

فاکتورهای مهم در کیفیت کاهو به شمار می‌رود که در خصوصیات فیتومتریک (اندازه و وزن) کاهو تأثیر دارد. به نظر می‌رسد که نیتروژن زیاد در گیاهان تیمار شده با محلول غذایی دانشگاه تبریز به دلیل وجود NH_4^+ به عنوان منبع دیگری از نیتروژن باشد. آسیمیلاسیون آمونیوم انرژی کمتری نسبت به آسیمیلاسیون نیترات نیاز دارد و همچنین بخشی از آمونیوم باید در ریشه‌ها به ترکیبات آلی وارد شود. در حالی که نیترات در آوند چوبی متحرک بوده و می‌تواند در واکوئل‌های ریشه، ساقه و اندام‌های ذخیره‌ای نگهداری شود. به همین دلیل، اختلاف معنی‌داری بین سطوح نیتروژن سه محلول دیگر که در آنها فقط NO_3^- به عنوان منبع نیتروژن به‌کار رفته، مشاهده نمی‌شود.

بین محلول‌های غذایی و دو رقم کاهوی مورد مطالعه از نظر میزان فسفر برگ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین محلول‌های غذایی از نظر مقدار پتاسیم برگ در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. همچنین، اختلاف معنی‌داری بین دو رقم مورد مطالعه از نظر مقدار پتاسیم برگ در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت. بیشترین مقدار پتاسیم در برگ گیاهان تیمار شده با محلول غذایی انگلستان مشاهده شد. اگر چه اختلاف معنی‌داری بین گیاهان تیمار شده با محلول غذایی انگلستان با محلول هوگلند و محلول دانشگاه تبریز وجود نداشت. گیاهان تیمار شده با محلول غذایی ناپ کمترین

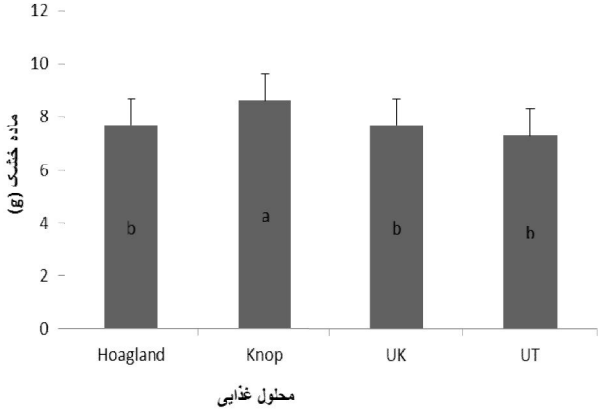


شکل ۴. غلظت پتاسیم برگ در ارقام کاهو

مقدار پتاسیم را داشتند (شکل ۳). رقم کانکویستادور مقدار پتاسیم بیشتری نسبت به رقم سیاهو داشت (شکل ۴) که این را می‌توان به عوامل ژنتیکی و اختلاف ارقام نسبت داد.

پتاسیم در سرعت بخشیدن به فرایند فوتوسنتتیک کلروپلاست برگ‌های گیاهان نقش مهمی ایفا کرده و موجب نقل و انتقال سریعتر فرآورده‌های فتوسنتزی از طریق آوندهای آبکش به اندام‌های ذخیره می‌گردد (۵). این خود موجب افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود. با بررسی غلظت پتاسیم محلول‌های غذایی مورد مطاله در این آزمایش می‌توان دریافت که بیشترین عملکرد به محلول‌های غذایی دارای بیشترین غلظت پتاسیم اختصاص دارد. پتاسیم عنصری است که به صورت فعال توسط گیاه جذب می‌گردد، به نظر می‌رسد که هر چقدر غلظت پتاسیم در محلول غذایی بیشتر باشد، جذب آن نیز بیشتر صورت می‌گیرد. به طوری که محلول غذایی Knop که کمترین میزان پتاسیم را داشت، دارای کمترین مقدار پتاسیم برگی بود. تیمارهای مختلف تأثیری بر مقدار کلسیم برگ نداشتند. اثر متقابل نوع محلول غذایی و رقم کاهو بر مقدار کلسیم برگ معنی‌دار نشد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین محلول‌های غذایی از نظر درصد ماده خشک در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت، ولی اختلاف معنی‌داری بین دو رقم مورد مطالعه از نظر ماده خشک مشاهده

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.2.1.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.2.1]



شکل ۵. اثر محلول های غذایی بر ماده خشک کاهو

نشد. بیشترین وزن خشک در گیاهان تیمار شده با محلول غذایی Knop مشاهده شد. بین محلول غذایی Knop با سایر محلول‌های غذایی اختلاف معنی‌داری از نظر ماده خشک وجود داشت. در حالی که بین محلول‌های غذایی Hoagland **و** UK با محلول غذایی UT اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۵).

بین مقدار پتاسیم برگ و ماده خشک همبستگی منفی متوسط و معنی‌داری مشاهده شد، به طوری که گیاهان تیمار شده با محلول غذایی Knop که کمترین مقدار پتاسیم برگ را دارا بودند، بیشترین ماده خشک در آنها مشاهده شد. عناصر معدنی به همراه ویتامین‌ها، فیبر و آب داخل گیاه از عوامل مؤثر در ارزش غذایی کاهو به شمار می‌آیند (۷). پتاسیم به عنوان یک عنصر اُسمزا شناخته شده است که باعث جذب آب به سلول می‌گردد. بنابراین، انتظار می‌رود که هر چقدر پتاسیم در بافت زیاد باشد، سهم بیشتری از وزن آن بافت را آب تشکیل دهد. پس می‌توان گفت که پتاسیم میزان ماده خشک را افزایش می‌دهد، ولی درصد ماده خشک را کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

با وجود اینکه فرمولاسیون‌های مختلفی برای تهیه محلول‌های غذایی انتشار یافته است اما انتخاب محلول‌های مختلف باید نسبت به شرایط کشت و گونه گیاهی مورد پرورش بازنگری شود. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان گفت که محلول‌های غذایی مختلف اثرهای متفاوتی بر کیفیت و غلظت عناصر غذایی گیاه کاهو در پرورش گلخانه‌ای آن دارند. استفاده از غلظت‌های بسیار زیاد و بسیار کم عناصر در محلول‌های غذایی مشکلاتی را به وجود می‌آورد. بنابراین، یافتن غلظت‌های بهینه عناصر در محلول‌های غذایی که عملکرد و کیفیت محصول را کاهش ندهند از اهمیت زیادی برخوردار است..

منابع مورد استفاده

1. Harris, D. 1992. Hydroponics: The complete guide to gardening without soil. New Holland, UK.
2. James, E.C. and M.W. van Iersel. 2001. Fertilizer concentration affects growth and flowering of subirrigated petunias and begonias. Hort Sci. 36: 40-44.
3. Kader, A.A. 2008. Flavor quality of fruits and vegetables. J. Sci. Food Agric. 88: 1863-1868.
4. Kang, J.G. and M.W. van Iersel. 2001. Interactions between temperature and fertilizer concentration affect growth of subirrigated petunias. J. Plant Nutr. 24: 753-765.
5. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Edition, Academic Press Inc.
6. Papadopoulos, A. P. 1994. Growing Greenhouse Seedless Cucumbers in Soil and in Soilless Media. Agriculture and Agri-Food Canada Publication, Ottawa, Ont.
7. Ryder, E.J. 1999. Lettuce, Endive, and Chicory. Crop Production Science in Horticulture Series 7, CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK.
8. Savvas, D. and K. Adamidis. 1999. Automated management of nutrient solutions based on target electrical conductivity, pH, and nutrient concentration ratios. J. Plant Nutr. 22: 1415-1432.
9. Soundy, P., D.J. Cantliffe, G.J. Hochmuth and P.J. Stoffella. 2001. Nutrient requirements for lettuce transplants using a floatation irrigation system. I. Phosphorus. HortSci. 36: 1066-1070.
10. Tabatabaei, S.J. 2009. Principles of Plant Mineral Nutrition. Kharazmi, Tabriz, Iran. (In Farsi).
11. Tabatabaei, S.J., M. Yusefi and J. Hajiloo. 2007. Effects of shading and NO_3:NH_4 ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry. Sci. Hort. 116: 264-272.
12. Van Iersel, M. 1999. Fertilizer concentration affects growth and nutrient composition of subirrigated pansies.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.2.1.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.2.1]

HortSci. 34: 660-663.
13. Winsor, G.W. and M. Schwarz. 1990. Soilless Culture for Horticultural Crop Production. FAO Technical Paper No. 101, 188 p.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.2.1.2]

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.2.1]