تأثیر سه محلول غذایی با تهویه و بدون تهویه بر رشد کاهو در کشت شناور

جابر پناهنده*[۱] و فاطمه فیضی[۲]

[۱*] دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تبریز

[۲] دانشجویی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه تبریز، تبریز

*نویسنده مسئول: panahandeh@tabrizu.ac.ir

چکیده

کاهو به‌عنوان یک سبزی برگی دارای منافع اقتصادی قابل‌توجهی می‌باشد. کشت کاهو به روش هیدروپونیک، به علت کوتاه بودن طول دوره رشد آن و نیز عدم وجود آلودگی‌های شیمیایی (تجمع نیترات) و میکروبی، با استقبال زیادی در کشورهای توسعه یافته روبرو شده است. یکی از روش‌های بکار رفته برای کشت هیدروپونیک کاهو کشت شناور است عموماً این سیستم مستلزم بکار بستن تجهیزاتی برای تهویه است که هزینه تولید را افزایش می‌دهد. در این آزمایش اثر سه محلول غذایی رایج در دنیا (Cooper، Haogland و England) همراه با سیستم هوادهی و بدون هوادهی بر روی یک رقم کاهوی (*Lactuca sativa* L.var. Longifolia cv. Siahoo) پرورش‌یافته به‌صورت شناور بررسی و خصوصیات رویشی شامل وزن‌تر، وزن خشک به همراه صفاتی چون میزان کلروفیل و سطح برگ اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله نشان داد که در صفت سطح برگ و وزن تر بوته، وزن خشک و کلروفیل، محلول Cooper در مقایسه با دو محلول دیگر عملکرد بهتری دارد.کاربرد یا عدم کاربرد سیستم تهویه تأثیر معنی‌داری روی صفات مورد ارزیابی (سطح برگ، وزن تر، وزن خشک و شاخص کلروفیل) نشان نداد. درمجموع نتایج نشان داد که درصورتی‌که در کشت شناور در بالای محلول غذایی محفظه‌ای برای ریشه‌های جذب‌کننده اکسیژن وجود داشته باشد نیاز به تعبیه سیستم تهویه مجزایی نیست.

***کلمات کلیدی:* هوادهی، سیستم شناور، محلول هوگلند، محلول کوپر، آبکشت**

مقدمه

سبزی‌های برگی که به‌صورت تازه‌خوری و یا نیمه فرآوری شده مصرف می‌شوند، اهمیت زیادی در سرتاسر جهان دارند (Brecht, 2004). تقاضای مصرف‌کنندگان برای این محصولات در سال‌های اخیر افزایش یافته و بسیاری از کشاورزان تولیدات خود را به سمت محصولاتی مانند کاهو، اسفناج و چغندر برگی متمایل کرده‌اند (Vernieri, 2006). کیفیت تغذیه‌ای سبزی‌ها، توسط بسیاری از عوامل قبل و بعد از برداشت متأثر می‌شود (Kader, 2008). مدیریت تغذیهٔ معدنی گیاهان از عوامل کلیدی در تعیین کمیت و کیفیت سبزی‌های برگی می‌باشد. از این چشم‌انداز، کشت بدون خاک به‌عنوان یک ابزار مهم در این زمینه است، ازاین‌رو که امکان کنترل دقیق تغذیه گیاه را فراهم می‌کند (Resh, 1997). در همین راستا و در سال‌های اخیر، وجود برخی از مشکلات در کشت‌های خاکی مانند شوری و بافت نامناسب خاک، محدودیت منابع آب و همچنین بروز بیماری‌های خاک زاد پس از کشت‌های متناوب در برخی از کشورها، منجر به توسعه کشت‌های بدون خاک گردیده است. بنابراین، استفاده از کشت‌های بدون خاک به‌عنوان جایگزینی برای کشت‌های خاکی در کشور محسوب می‌شود (صفایی و همکاران، ۱۳۹۴).

در کشت بدون خاک، از میان سبزی‌های برگی، کاهو (*lactuca sativa* L.) به‌عنوان یک سبزی برگی دارای منافع اقتصادی قابل‌توجهی می‌باشد و در سال‌های اخیر گرایش زیادی به تولید این محصول به‌صورت آبکشت یا کشت بدون خاک وجود دارد.کشت کاهو به روش بدون خاک، به علت کوتاه بودن طول دوره رشد آن و کاهش آلودگی‌های

میکروبی، با استقبال زیادی در کشورهای توسعه یافته روبرو شده است. کوتاه شدن طول دوره رشد کاهو سبب شده تا در طول یک سال بتوان تا ۱۰ بار اقدام به کاشت و برداشت کاهو نمود (Brechner, 2012).

کاهو، جز سبزیجات پرمصرف دنیا به شمار رفته و در تمام فصول سال مورد استفاده قرار می‌گیرد (بدوی و همکاران، ۱۳۹۴).اما در ایران هنوز پرورش کاهو به روش شناور، به‌صورت تجاری انجام نشده است و یک محلول غذایی بهینه برای کشت بدون خاک این گیاه در شرایط آب و هوایی ایران وجود ندارد (برزگر و همکاران، ۱۳۹۵) و محلول‌های غذایی متفاوتی برای کشت بدون خاک کاهو استفاده می‌شود (Soundy,2001). علاوه بر محلول‌های غذایی، برای رشد بهتر گیاهان، ریشه گیاهان نیاز به اکسیژن کافی دارد. لذا یکی از مشکلات کشت شناور تأمین سیستم تهویه است که مستلزم تأسیسات و مصرف انرژی الکتریکی بیشتری برای تولید محصول است.بر اساس این ملاحظات، هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر سه محلول غذایی رایج در دنیا (Cooper، Haogland و England) همراه با سیستم هوادهی و بدون هوادهی روی رشد و عملکرد کاهوی رقم Siahoo پرورش‌یافته در آبکشت (شناور) بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی هایدروپونیک گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام گرفته است. این تحقیق به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و سه تکرار صورت گرفته است. سه محلول غذایی رایج در کشت‌های هایدروپونیک در دنیا (هوگلند، کوپر، انگلستان جدول ۱) همراه با هوادهی و بدون هوادهی روی رقم کاهوی Siahoo اعمال شد. مقدار عناصر میکرو بکار رفته در هر سه محلول غذایی یکسان بود که در جدول ۲ نشان داده شده است. عناصر میکرو ابتدا بذور برای تولید نشاء در سینی‌های کشت در بستر مخلوط پرلایت با کوکوپیت (با نسبت ۱به ۲) کشت شده و بعد از جوانه‌زنی و ظهور برگ‌های اولیه، نشاها به سیستم‌های شناور حاوی محلول‌های غذایی (هوگلند، کوپر، انگلستان) به تعداد ۳ گیاهچه در هرگلدان انتقال داده شد و بعد از اتمام رشد رویشی، گیاهان برای انجام آزمایش به آزمایشگاه انتقال یافتند.

جدول ۱: ترکیب و مقدار نمک‌های لازم برای تهیه محلول‌های غذایی بکار رفته در آزمایش g/100L

نمک‌ها	Cooper	UK	Hogland
NH4NO3	9.4	-	-
KH2PO4	27.0	30	13.6
KNO3	54.07	90	50.5
Ca(NO3),4H2O	109.15	75(107.9, 4H2O)	118
Mg(SO4)7H2O	51.2	60(132.6, 7H2O)	49.2

صفات مورداندازه‌گیری

وزن‌تر و خشک بوته

در انتهای آزمایش، گیاه از سطح بستر (تقریباً یقه) کف‌بر شده و سپس وزن‌تر و وزن خشک برگ محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها در آون در دمای ۸۰°C به مدت ۴۸ ساعت قرار داده تا نمونه‌ها خشک شوند (Westerman, 1990).

اندازه‌گیری میزان کلروفیل

از برگ‌های تازه توسعه یافته گیاهان مورد تیمار با استفاده کلروفیل مترسنج SPAD(SPAD – 502 , Konica Minolta ,Osaka ,Japan), حدود ۱۲ بار اندازه‌گیری شده و میانگین آن‌ها به‌عنوان شاخصی از میزان کلروفیل گیاهان هر تیمار یادداشت شد.

اندازه‌گیری سطح برگ

با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج (Leaf area meter - LI COR, model Li-1300, Lincoln, NE, USA) صورت گرفت.

جدول ۲- مقدار عناصر میکرو در محلول‌های غذایی برحسب میلی‌گرم بر لیتر

عنصر	مقدار
Fe (EDDHA)	۳
Cl	۱/۸
B	۰/۳
Mn	۰/۱
Zn	۰/۱
Cu	۰/۰۳
Mo	۰/۰۳

نتایج و بحث

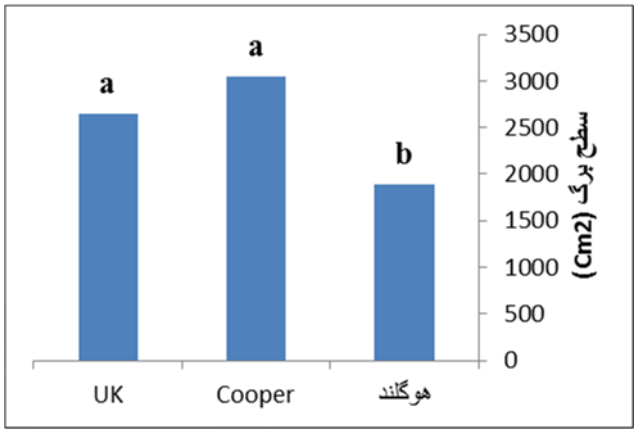
نتایج حاصل از بررسی تأثیر سه محلول غذایی (هوگلند، Cooper و UK) با اعمال سیستم تهویه و بدون تهویه با استفاده از آزمون تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که، فاکتور اول یعنی نوع محلول غذایی روی صفات سطح برگ، وزن تر بوته و میزان کلروفیل در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری دارد. اما کاربرد تهویه در مقایسه عدم کاربرد آن تأثیر معنی‌داری روی هیچ‌کدام از صفات مورد ارزیابی نداشت. همین‌طور اثر متقابل نوع محلول و تهویه نیز روی هیچ‌کدام از صفات معنی‌دار نبود.

جدول شماره (۳): تجزیه واریانس تأثیر سه محلول غذایی و تهویه روی تیمار سطح برگ در کاهو

منبع تغییرات	درجه آزادی	سطح برگ	وزن تر بوته (برحسب گرم)	وزن خشک بوته (برحسب گرم)	میزان کلروفیل
اثر نوع محلول	۲	۴۱۱۶۶۰۷/۴۳۵**	۳۹۱۹۸/۷۷۸**	۱۱۱/۴۷۲^{ns}	۶۰/۹۰۲**
اثر تهویه	۱	۵۲۴۰۷۹/۸۰۷^{ns}	۷۶۰/۵۰۰^{ns}	۵/۵۸۱^{ns}	۲/۲۴۰^{ns}
اثر متقابل نوع محلول و تهویه	۲	۱۳۷۳۶۱/۲۰۰^{ns}	۵۴۰۲/۳۳۳^{ns}	۱۲/۱۹۴^{ns}	۸/۲۲۶^{ns}
اشتباه	۱۲	۲۷۹۹۲۴۴/۲۸۰	۱۵۸۰۴/۶۶۷	۳۷۳/۹۶۷	۱۹۸/۵۶۱
کل	۱۸	۱۲۲۷۹۳۱۳۸/۷۲۳	۷۹۱۲۰۱	۳۳۲۲/۴۸۱	۸۱۲۰۴/۶۴۳

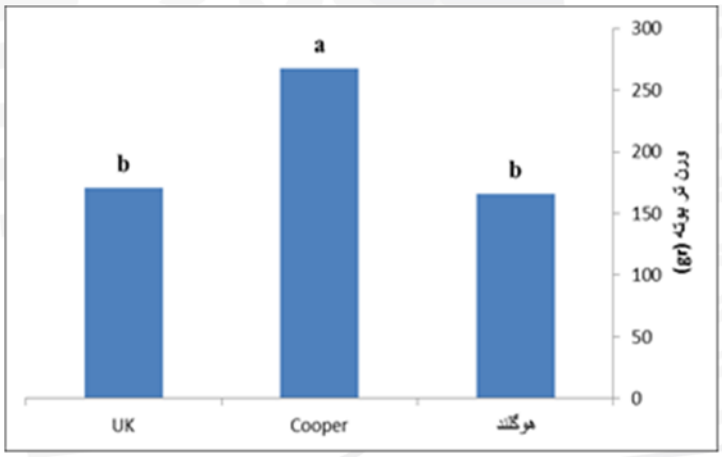
مقایسه میانگین تأثیر محلول‌های غذایی روی سطح برگ نشان داد که محلول Cooper نسبت به دو محلول دو محلول دیگر عملکرد بهتری دارد این برتری می‌تواند به علت دارا بودن نمک NH4NO3 باشد که در دو محلول دیگر وجود ندارد (نمودار ۱). صفایی و همکاران (۱۳۹۳) از میان چهار محلول غذایی محلول UK را از نظر سطح برگ برتر معرفی کردند در آن آزمایش نیز برتری این محلول نسبت به محلول هوگلند از نظر صفت سطح برگ محرز بود.

نتایج مقایسه میانگین تأثیر محلول‌های غذایی هوگلند، Cooper و UK، روی صفت وزن تر بوته در شکل ۲ نشان داده می‌شود همان‌طور که دیده می‌شود محلول UK بیشترین و هوگلند کمترین مقدار وزن تر بوته را دارا هستند. در مطالعه صفایی و همکاران روی دو رقم کاهو نیز محلول UK نسبت به سه محلول دیگر از نظر وزن تر برتر داشت.

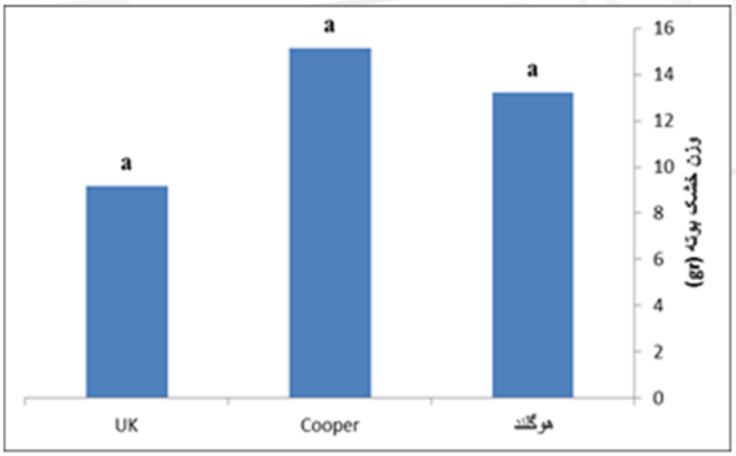


نمودار ۱: عملکرد محلول‌های (هوگلند، Cooper و UK) در صفت سطح برگ در کاهو

شکل ۳ مقایسه میانگین تأثیر محلول‌های غذایی روی وزن خشک کاهو رانشان می‌دهد بطوریکه ملاحظه می‌شود محلول غذایی کوپر بیشترین وزن خشک بوته را تولید کرده و کمترین مقدار مربوط به محلول UK می‌باشد. این مغایر با نتایج گزارش صفایی و همکاران (۱۳۹۳) است که در آن محلول UK در مقایسه با محلول‌های دانشگاه تبریز، ناپ و هوگلند از نظر میزان ماده خشک برتری داشت. این نشان می‌دهد که محلول‌های غذایی ممکن است بسته به نوع سیستم هیدروپونیک بکار رفته نتایج متفاوتی داشته باشند آزمایش صفایی و همکاران کشت در بستر جامد بود.



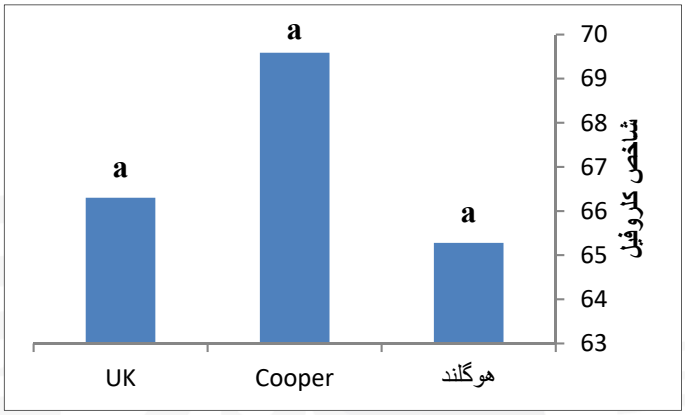
نمودار ۲: عملکرد محلول‌های (هوگلند، Cooper و UK) در صفت وزن تر بوته (gr) در کاهو



نمودار ۳: عملکرد محلول‌های (هوگلند، Cooper و UK) در صفت وزن خشک بوته (برحسب گرم) در کاهو

نتایج حاصل از بررسی تأثیر سه محلول غذایی (هوگلند، Cooper و UK) با اعمال سیستم تهویه و بدون تهویه در صفت میزان کلروفیل با استفاده از آنالیز تجزیه واریانس نشان می‌دهد که نوع محلول در سطح ۵٪ روی شاخص کلروفیل تأثیر معنی‌داری دارد. اثر متقابل نوع محلول و تهویه و اثر تهویه با صفت میزان کلروفیل معنی‌داری نبود.

همچنین بررسی عملکرد محلول‌های هوگلند، Cooper و UK در صفت میزان کلروفیل در گیاه کاهو نشان داد که عملکرد محلول Cooper نسبت به سایر محلول‌ها از نظر عملکرد برتر می‌باشد این امر می‌تواند به دلیل وجود مقدار کمی از نمک نیترات آمونیوم باشد که در این محلول وجود داشت و احتمالاً باعث افزایش رشد رویشی در کاهو شده است (نمودار ۴).



نمودار ۴: عملکرد محلول‌های (هوگلند، Cooper و UK) در صفت میزان کلروفیل در کاهو

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحقیق در زمینه تأثیر محلول‌های غذایی هوگلند، Cooper و UK نشان داد که محلول غذایی Cooper بیشترین تأثیر را در رشد گیاه کاهو مورد آزمایش داشته و محلول غذایی هوگلند نیز برعکس کمترین تأثیر را بر روی رشد کاهو داشته است. غلظت ترکیبات نیتروژن در وزن تر کاهو یکی از 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 کوپر به دلیل وجود NH_4^+ به‌عنوان 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. درحالی‌که نیترات در آوند چوبی متحرک بوده می‌تواند در واکوئل‌های ریشه، ساقه و اندام‌های ذخیره‌ای نگهداری شود. همچنین نتایج حاصل از تأثیر سیستم تهویه و بدون تهویه در عملکرد و رشد گیاه کاهو نشان دهنده تأثیرات خیلی جزئی و حتی بدون تأثیر بودن آن بوده است که باید در این زمینه مطالعات متعددی از جمله در فصول و ارقام مختلف انجام شود و علل آن نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین با توجه به اینکه سیستم بدون تهویه تأثیرات مطلوبی در رشد کاهو داشته است، لذا از نظر اقتصادی در محیط بیرون و گلخانه باصرفه‌تر است.

مطالعه‌ای که توسط صفایی و همکاران (۱۳۹۴) در رابطه با تأثیر محلول‌های غذایی مختلف حاکی از تأثیر معنی‌دار محلول‌ها بر غلظت عناصر و برخی صفات کیفی بود. به‌طوری‌که بیشترین درصد ماده خشک و محتوای نیتروژن و پتاسیم برگ به ترتیب در محلول‌های ناپ، دانشگاه تبریز و هوگلند مشاهده شد. محلول‌های بکار رفته در این آزمایش دقیقاً همان محلول‌های بکار رفته توسط صفایی و همکاران نمی‌باشد لذا نمی‌توان مقایسه‌ای بین نتایج این دو آزمایش انجام داد. نکته مهم این است که در این آزمایش مشخص شد که در کشت‌های شناور کاهو چنانچه در بالای مخازنی که برای کاشت کاهو استفاده می‌شود فضایی برای فعالیت ریشه‌های جاذب اکسیژن وجود داشته باشد

نیازی به کاربرد سیستم مجزایی برای تهویه وجود ندارد که این می‌تواند به کاهش هزینه تولید آبکشت کاهو کمک نماید.

منابع

بدوی، ه.، عالم زاده انصاری، ن، محمودی سروستانی، م و اسکندری، ف، ۱۳۹۴، تأثیر تنش خشکی و قارچ میکوریزا بر برخی از خصوصیات موفوفیزیولوژیکی کاهو، تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۸، شماره ۳، ص.۳۹-۲۷.

برزگر،ر، ریزی، سوخسروی، م،۱۳۹۵، اثر دور تعویض محلول غذایی و غلظت‌های مختلف محلول پرکننده بر رشد کاهو در سیستم کشت شناور، علوم و فنون کشت گلخانه‌ای، سال هفتم، شماره بیست‌وپنج، ص ۱۹۹-۱۱۱.

دهقانی پور، م.۱۳۸۳. بررسی تأثیر دو ترکیب محلول غذائی روی عملکرد دو رقم کاهو در کشت هیدروپونیک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان، دانشکده کشاورزی.

صفایی، م، پناهنده، ج، طباطبائی، س ج و مطلبی آذر، ع، ۱۳۹۳، تأثیر محلول‌های غذایی مختلف بر عملکرد و برخی شاخص‌های رشدی کاهو در سیستم هیدروپونیک، علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال پنجم، شماره هیجده، ص ۶-۱.

نظری ممقانی و طباطبائی، س ج ، ۱۳۹۵. اثر اوره و نیکل بر رشد، غلظت نیترات و عناصرمعدنی کاهو رقم سیاهو درآبکشت، نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۰، شماره ۱، صص ۷۹-۶۹.

Brechner, M. and Both, A.J. 2012. Hydroponic Lettuce Handbook. The University of Cornell.

Brecht, J.K., Saltveit, M.E., Talcott, S.T., Schneider, K.R., Felkey, K and Bartz, J.A. 2004. Fresh-cut vegetables and fruits. Hort Rev. **30**,185–246.

Carlo, F., Youssef, R., Elvira, R., Alberto, B and Giuseppe, C.2009. Nutrient solution concentration and growing season affect yield and quality of Lactucasativa L. var. acephala in floating raft culture. Research Article. 1682-1689.

Kader, A.A. 2008,Flavor quality of fruits and vegetables. J Sci Food Agric. 88,1863–1868.

Lei, CH., Si-Chen, L., Jun-Yi, G., Yue-Lin, Z., Li-Fei, Y and Guo-Ping, W. 2009. Effects of nitrogen forms on the growth, ascorbate-glutathione cycle and lipid peroxidation in developing seeds of vegetable soybean. African Journal of Agricultural Research. 4, 1178-1188.

Resh, H.M. 1997. Hydroponic Food Production. Woodbridge Press, Santa Barbara, CA .

Soundy, P., Cantliffe, D.J. Hochmuth, G.J. and Stoffella, P.J. 2001. Nutrient requirements for lettuce transplants usinga floatation irrigation system. I. Phosphorus. HortSci. 36: 1066-1070.

Vernieri, P., Borghesi, E., Tognoni, F, and Ferrante, A.2006. Use of biostimulants for reducing nutrient solution concentration in floating system. ActaHort .718,477–484.

Westerman, R. L.1990.Soil testing and soil testing analysis. Soil Science society of America

The Effects of Three Nutrient Solutions with and Without Aeration on Lettuce Grown as Floating

J. Panahandeh* **and F. Feizi**
Dept. of Horticultural Sciences, University of Tabriz, Tabriz
*Corresponding Author: panahandeh@tabrizu.ac.ir

Abstract

The lettuce is one of the economically important leafy vegetables. Recently tendency to hydroponically growing the lettuce were increase. One kind of hydroponic system is floating culture that increasingly used for lettuce production. But this system requires the aeration system which increase the production costs. In this study the effects of three nutrient solutions (Hogland, Cooper and UK) along with and without aeration in the floating culture of lettuce (Lactuca sativa var. longifolia, cv. Siahoo) were assessed. Results showed that the cooper solution was better than two other solutions. Interestingly the using of aeration system in comparison to non-aeration had no significant effect on the assessed characters (leaf area, fresh weight, dry weight and chlorophyll index). Result indicate that if the floating culture will have done in such a condition that above the nutrient solution there is some spaces for oxygen absorbing roots the applying aeration system is not necessary.

***Key words*: aeration, floating system, Hogland solution, Cooper solution**