

# The effect of seaweed extract and LED on the growth of Lisianthus

AhmadReza Mohammadi<sup>1</sup>, Maryam Haghighi<sup>2</sup>, Ali Nikbakht<sup>3\*</sup>

1- Former MS student, Department of Horticulture, College of Agriculture - Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. ahmadreza.mohammadi110@gmail.com

2- Associate Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. mhaghighi@cc.iut.ac.ir

3- Corresponding Author and Associate Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. nikbakht@cc.iut.ac.ir

Received Date: 2022/07/02

Accepted Date: 2023/01/23

## Abstract

**Introduction:** The lisianthus flower with the scientific name of *Eustoma grandiflorum* is a relatively new cut flower that has quickly become one of the top ten cut flowers in the world.

**Material and methods:** This study was performed to investigate the effect of LED light and seaweed extract (SWE) on seedling growth of two Lisianthus cultivars "Arena" and "Mariachi" in the factorial experiment based on completely randomized design with three replications with treatments of blue LED lights 100%, red 100%, blue-red 70:30%, white 100% and five concentrations of 125, 250, 500, 750 and 1000 ml<sup>-1</sup> of seaweed extract (SWE) to evaluate the effect of Light quality and seaweed extract were measured on seedling growth. According to the results of the first stage, Arena cultivar had a significant increase compared to Mariachi cultivar in most traits such as leaf diameter, leaf width, internode length, and stem length.

**Results and discussion:** The highest leaf width and stem diameter were observed in blue light and the highest leaf diameter was observed in red-blue hybrid light. Different concentrations of seaweed extract had a longer internode length than the control treatment. Plant genetics play an important role in influencing the wavelength of light and SWE, so that the highest leaf diameter was observed in "Arena" cultivar and combined light blue-LED and the highest internode length was observed in "Arena" cultivar and different concentrations of SWE and According to the results of the second stage, "Arena" cultivar had a significant increase compared to "Mariachi" cultivar in most traits such as lighter and drier shoots, wetter and drier roots, leaf area, root surface, and soluble sugar content. At this stage of the experiment, plant genetics also played a significant role in the effect of light wavelength and seaweed extract (SWE), so that the highest weight and dry aerial parts in "Arena" cultivar, the concentration of 125 ml/L of SWE and blue light and the highest soluble sugar content was observed in "Arena" cultivar, the concentration of 125 ml/l of SWE and combined light blue and red, and the highest content of starch in "Mariachi" cultivar, concentration of 125 ml/l of SWE and blue light was observed.

**Conclusions:** Conclusively, Arena cultivar can be recommended under the treatment of blue light and a concentration of 125 ml/l of seaweed extract (SWE) to produce a better product.

**Keywords:** Cut flower, postharvest life, seaweed extract, LED

## اثر عصاره جلبک دریایی و نور LED بر رشد لیسیانтус رقم "آرنا" و "ماریاچی"

احمدرضا محمدی<sup>۱</sup>، مریم حقیقی<sup>۲</sup>، علی نیکبخت<sup>۳\*</sup>

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.  
ahmadreza.mohammadi110@gmail.com

۲- دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.  
mhaghighi@cc.iut.ac.ir

۳- نویسنده مسئول و دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.  
anikbakht@cc.iut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۱

### چکیده

گل لیسیانтус با نام علمی *Eustoma grandiflorum* به سرعت در رده ده گل برتر شاخه بریده در دنیا قرار گرفته است. این پژوهش به منظور بررسی اثر نور ال ای دی و عصاره جلبک دریایی بر رشد گیاهچه های دو رقم لیسیانтус "آرنا" و "ماریاچی" با تیمارهای چراغ های ال ای دی آبی ۱۰۰٪، قرمز ۱۰۰٪، آبی-قرمز ۷۰:۳۰٪، سفید ۱۰۰٪ و شاهد نور طبیعی و پنج غلظت ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی با هشت تکرار برای ارزیابی اثر کیفیت نور و عصاره جلبک دریایی بر رشد گیاهچه ها انجام شد. رقم "آرنا" در اکثر صفات مانند قطر برگ، عرض برگ، طول میانگوه و طول ساقه افزایش معنی داری نسبت به رقم "ماریاچی" داشت. بیشترین عرض برگ و قطر ساقه در نور آبی و بیشترین قطر برگ در نور ترکیبی قرمز-آبی مشاهده شد. غلظت های مختلف عصاره جلبک دریایی و طول میانگوه بیشترین نسبت به تیمار شاهد داشت. ژنتیک گیاه در تأثیر طول موج نور و عصاره جلبک دریایی نقش زیادی دارد به طوری که بیشترین قطر برگ در رقم "آرنا" و نور ترکیبی قرمز-آبی ال ای دی و بیشترین طول میانگوه در رقم "آرنا" و غلظت های مختلف عصاره جلبک دریایی مشاهده شد و با توجه به نتایج، رقم "آرنا" در اکثر صفات مانند وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، سطح برگ، سطح ریشه و محتوای قند محلول افزایش معنی داری نسبت به رقم "ماریاچی" داشت. بیشترین میزان وزن خشک ریشه در تیمار "آرنا" و آبی ۱۰۰٪، آبی-قرمز ۷۰:۳۰٪، قرمز ۱۰۰٪ به ترتیب با ۴۱٪، ۷۷/۷٪ و ۶۶/۶٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. در این مرحله از آزمایش نیز ژنتیک گیاه در تأثیر طول موج نور و عصاره جلبک دریایی نقش زیادی داشت به طوری که بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی در رقم "آرنا"، غلظت ۱۲۵ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و نور ترکیبی قرمز-آبی و بیشترین میزان نشاسته در رقم "ماریاچی"، غلظت ۱۲۵ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و نور آبی ال ای دی به طور معنی داری مشاهده شد. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش می توان رقم "آرنا" تحت تیمار نور آبی ال ای دی و غلظت ۱۲۵ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی را جهت تولید محصول بهتر توصیه کرد.

**کلمات کلیدی:** گل شاخه بریده، عمر گلجای، عصاره جلبک دریایی، نور LED

## مقدمه

لیسیاننتوس با نام علمی *Eustoma grandiflorum* یک گیاه زینتی متعلق به خانواده Gentianaceae است (Anderson, 2006). گل لیسیاننتوس در باغبانی به عنوان یک گل تزینتی گلدانی، فضای آزاد و شاخه بریده در بیشتر نقاط دنیا کشت می شود. موطن اصلی این گیاه مناطق مرکزی و جنوب آمریکا و مکزیک است، اما نقطه گسترش آن در ژاپن بود و پس از اصلاحات اولیه توسط بهنژادگران ژاپنی، به کشورهای دیگر معرفی شده و امروز از اهمیت زیادی در بازارهای جهانی برخوردار است. لیسیاننتوس رتبه بالایی را در بین گل های شاخه بریده به خود اختصاص داده و در بین ۱۰ گل برتر شاخه بریده در جهان جای گرفته است و مهم ترین کشورهای تولیدکننده این گل در دنیا هلند، کنیا و تانزانیا هستند (Nikbakht and Ashrafi, 2014). مطالعات نشان داده است که به طور کلی رشد گیاه لیسیاننتوس، زمان محصول دهی و کیفیت گل تحت تأثیر شدت نور و طول روز قرار می گیرد (Eslsm et al., 2005). گزارش شده است که لیسیاننتوس یک گیاه روزبلند اختیاری است در شرایط روز کوتاه پاییز و زمستان گلدهی آن متوقف می شود، تولید گل های شاخه بریده در چنین مواقعی از طریق استفاده از نور مصنوعی با طول موج های قرمز، آبی و قرمز-آبی در فتومورفوزن و گلدهی گیاه بسیار مهم است (Shibuya and Kanayama, 2014). کیفیت نور نقش مهمی در ظاهر و تولید گیاهان زینتی و غذایی دارد. نور از فاکتورهای مهم و مؤثر در رشد گیاه می باشد تغییر در کیفیت نور در رشد گیاه و تولید بیوماس تأثیر گذاشته و تغییر در طیف نور، مورفوزن گیاه را تغییر می دهد. با نوآوری تولید لامپ های ال ای دی فرصت تازه ای برای تولید گیاهان دارویی، باغی و زینتی در محیط های کنترل شده و همچنین مطالعه تأثیر فیزیولوژیکی طول موج های نوری بر گیاهان فراهم شده است (Heidarizadeh et al., 2014). در مطالعات قبلی تیمارهای طولانی مدت با استفاده از لامپ های رشته ای برای کنترل

گلدهی و تولید گل های شاخه بریده انجام شده است. با توجه به بهره وری پایین انرژی و عمر کوتاه، این لامپ ها از نظر محیط زیست مناسب نیستند (Khan and Abas, 2011)، بنابراین دیودهای ساطع کننده نور (LED) به عنوان یک منبع جایگزین به دلیل بهره وری بالای انرژی و عمر طولانی توجه تولیدکنندگان را به خود جلب کرده است علاوه بر این LED دارای ویژگی فشرده گی هستند و تأثیر زیادی روی دمای محیط ندارند از طرف دیگر توانایی ساطع کردن نور مخلوط با استفاده از فسفر را هم دارند (Hikosaka et al., 2013). در مطالعات صورت گرفته بر روی *Gypsophila paniculata*، نور قرمز باعث گلدهی شد. لیکن، زمانی که نور قرمز بسیار دور با نور قرمز ضعیف (که معمولاً گلدهی را مهار می کند) ترکیب شد، گلدهی *G. paniculata* افزایش یافت (Nishidate et al., 2012). بنابراین برای تعیین مؤثرترین طول موج نور مرئی، لازم است تأثیرات نورهای تک رنگ را با تأثیرات نورهای مخلوط مقایسه کرد. از این رو مطالعه ای حاضر به منظور بررسی اثر نورهای تک رنگ و ترکیبی بر روی دو رقم لیسیاننتوس انجام شد.

اجرای کنترل بیولوژیکی و تغذیه آلی با کودهای زیستی می تواند وابستگی به مواد شیمیایی زراعی و تولید آن ها را کمتر کرده و آسیب کمتری به محیط زیست و مصرف کننده وارد شود. علاوه بر این استفاده از این کودها می تواند عملکرد و مقاومت گیاه را افزایش دهد و رشد و فیزیولوژی گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (Shaheen et al., 2013). در حال حاضر علاقه ی زیادی به محصولات طبیعی که رشد گیاه را تحریک می کنند مخصوصاً عصاره های جلبکی به عنوان تقویت کننده های زیستی گیاه وجود دارد (Calvo et al., 2014). در زمینه ی کاربرد کشاورزی، خواص مفید جلبک ها از قرار گرفتن دائمی آن ها در معرض تنش های غیرزنده وزیستی ناشی می شود. با توجه به شرایط سخت زندگی جلبک ها مکانیسم هایی ایجاد کرده اند که آن ها را از خشکسالی، شوری، تغییر شدت نور، یخزدگی و

هدایت الکتریکی (EC) ۱ دسی‌زیمنس بر متر ۰/۱٪ نیتروژن، ۰/۵٪  $P_2O_5$  محلول در آب و ۳٪  $K_2O$  می‌باشد. دانهال‌ها در مرحله دوبرگی، به مدت ۶۰ روز به اتاقک رشد با فتوپریود ۱۶/۸ ساعت در شبانه‌روز با شدت نوری ۳۰۰ میکرو مول فوتون بر مترمربع بر ثانیه و دمای ۲۱ درجه سلیسیوس انتقال یافتند. گیاهان در قفسه‌های مجزا که چراغ‌های ال‌ای‌دی تولید شرکت مازی نور ایران با شدت نوری ۲۰۰۰ لوکس معادل (108 میکرو مول فوتون بر مترمربع بر ثانیه) و ۴۰۰۰ لوکس (معادل ۲۱۶ میکرو مول فوتون بر مترمربع بر ثانیه) در فاصله ۵۰ سانتیمتری از گیاهان نصب شده بودند، قرار گرفتند (Nikbakht and Ashrafi, 2014). تیمار شاهد در گلخانه با نور طبیعی با شدت ۲۰۰۰ لوکس (108 میکرو مول فوتون بر مترمربع بر ثانیه) قرار داشت. یک ماه پس از انتقال دانهال‌ها به اتاقک رشد، تیماردهی با عصاره جلبک دریایی هر ۳ روز یک‌بار (به مدت ۲۱ روز)، به‌صورت کودآبیاری (محلول عصاره جلبک دریایی در آب) آغاز شد. در پایان آزمایش تعداد برگ و میانگره با شمارش، قطر برگ و قطر ساقه به کمک کولیس، عرض برگ، طول ساقه و میانگره با خط‌کش با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. شاخص سبزیگی برگ توسط دستگاه سبزیگی‌سنج دستی (مدل CL-01 ساخت انگلستان) انجام و سپس میانگین آن ثبت شد (Rudnicki et al., 1991). در آزمایش دوم: اثر عصاره جلبک دریایی و طیف‌های نور ال‌ای‌دی بر رشد گیاهچه‌های دو رقم لیسپانتوس بررسی شد. در این قسمت از پژوهش، دانهال‌های مورد تیمار که در مرحله چهار برگی قرار داشتند از اتاقک رشد خارج و به گلدان‌های حاوی بستر کشت کوکوپیت، پرلیت و ورمیکولیت با نسبت ۲:۱:۱ منتقل و در شرایط گلخانه نگهداری شدند (Rudnicki et al., 1991). این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. پس از گذشت ۳۰ روز از این مرحله در هر تیمار عصاره جلبک دریایی و نور ال‌ای‌دی، فاکتورهای وزن‌تر و خشک‌بخش هوایی و ریشه، سطح

آلودگی‌های قارچی محافظت می‌کند در نتیجه سلول‌های جلبکی دارای طیف گسترده‌ای از مواد تقویت‌کننده رشد گیاهان مثل اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، بتائین‌ها، جیبرلین‌ها و مواد آلی از جمله اسیدهای آمینه و عناصر مغذی کم‌مصرف هستند (Sathya et al., 2013). این عصاره‌های سلولی مواد زیست‌فعال طبیعی قابل‌حل در آب هستند مانند کودهای آلی که باعث جوانه‌زنی دانه‌ها و افزایش رشد و عملکرد محصولات می‌شوند به‌ویژه اگر در تولید بخش زبیتی استفاده شوند (Ahmed et al., 2012). از این‌رو پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیرات عصاره جلبک دریایی و نور بر رشد گیاهچه‌های دو رقم لیسپانتوس پابلند "آرنا" و "ماریاچی" انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در طی سال‌های ۹۷-۹۸ در گلخانه‌ی آموزشی-پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در دو بخش جداگانه بر دو رقم لیسپانتوس پابلند ("آرنا" و "ماریاچی") طی دو مرحله در شرایط اتاقک رشد و شرایط پرورش گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. در آزمایش اول: بررسی اثر عصاره جلبک دریایی و طیف‌های نور ال‌ای‌دی بر رشد دانهال‌های دو رقم لیسپانتوس در مرحله رشد به‌منظور بررسی اثر نور ال‌ای‌دی و عصاره جلبک دریایی بر رشد گیاهچه‌های دو رقم لیسپانتوس پابلند "آرنا" (*Eustoma grandiflorum* cv. Arena) و "ماریاچی" (*Eustoma grandiflorum* cv. Mariachi) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در پایه طرح کاملاً تصادفی با هشت تکرار با تیمارهای چراغ‌های ال‌ای‌دی دارای نورهای سفید ۱۰۰٪، آبی ۱۰۰٪، قرمز ۷۰٪:۳۰٪، قرمز ۱۰۰٪ که به ترتیب به‌صورت تیمار (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>) و پنج غلظت ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی که به ترتیب به‌صورت تیمار (SW<sub>1</sub>, SW<sub>2</sub>)، (SW<sub>3</sub>, SW<sub>4</sub>, SW<sub>5</sub>) و L<sub>0</sub> و SW<sub>0</sub> به‌عنوان شاهد، انجام شد. برخی از ویژگی‌های این عصاره شامل اسیدیته (pH) ۸ و

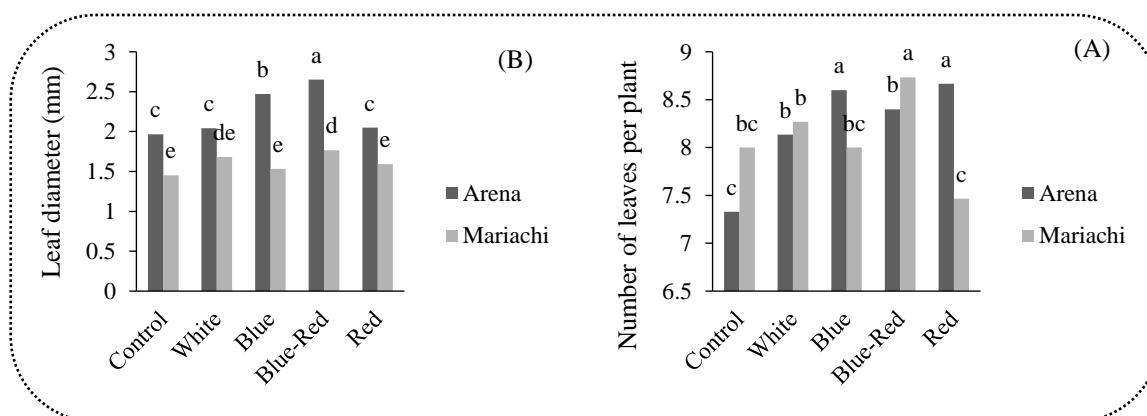
"ماریاچی" با ۹/۰۱٪ افزایش از تیمار شاهد بود (شکل ۱- A). رقم "آرنا" در L3 بیشترین قطر برگ را داشت که نسبت به تیمار شاهد ۳۵/۲٪ افزایش داشت (شکل ۱- B). بیشترین عرض برگ در طیف‌های نوری L2 با ۵۲/۸٪ و L3 با ۳۱٪ افزایش در رقم "آرنا" نسبت به تیمار شاهد L1 با ۲۵/۳٪ و L2 با ۲۴٪ در رقم "ماریاچی" نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱- C) همچنین نتایج نشان داد تیمارهای نوری تأثیر معنی داری بر شاخص سبزینگی نداشت (شکل ۱- D). استفاده از چراغ‌های رنگی مختلف در چرخه رشد گیاه و فیزیولوژی آن تأثیر زیادی دارد از این رو نورهای آبی و قرمز جذب شده توسط رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی نسبت به سایر نورهای طیف گسترده مؤثر است، نور آبی موجب افزایش رشد رویشی، باز شدن روزنه‌ها، گسترش سطح برگ، عملکرد فتوسنتزی و سنتز آنزیم‌ها می‌گردد. اگرچه نور قرمز برای انجام فتوسنتز مناسب است اما گیاهان نمی‌توانند بدون نور آبی به‌طور مطلوب توسعه یابند (Ouzounis et al., 2015). تأثیر نور آبی، قرمز و سفید ال‌ای‌دی را بر افزایش سطح برگ و محتوی کلروفیل برگ گزارش دادند و بیشترین عرض برگ گیاه لیسیانیتوس را تحت تیمار نور آبی مشاهده کردند (Roni et al., 2017). با نتایج تحقیق همخوانی دارد و بیشترین عرض برگ در این مرحله تحت تیمار نور آبی مشاهده شد.

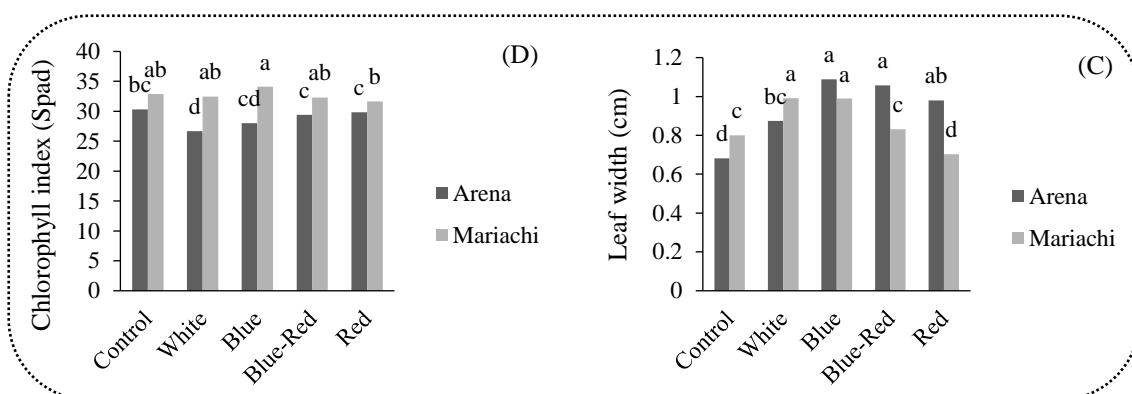
برگ و ریشه، محتوای قند محلول و نشاسته اندازه‌گیری شد (Adams et al., 2008). پس از اندازه‌گیری صفات ذکر شده، کود دهی دانه‌ها با کود کامل کریستالون ۳۶-۱۲-۱۲ انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری وزن‌تر، پس از خارج کردن گیاه از گلدان، قسمت هوایی از ریشه‌ها توسط جدا شده و هر یک به‌طور جداگانه توزین شد. اندازه‌گیری وزن خشک، اندام‌های گیاهی درون آون بادماهی ۸۰ درجه سلیسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و بعد از آن با ترازو وزن گردید.

تجزیه آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزارهای Statistix 8 و SAS و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. به‌منظور انجام محاسبات جبری و رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل (نسخه ۲۰۱۶) استفاده شد.

## نتایج و بحث

با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل از ذکر اثرات اصلی، جدول تجزیه واریانس و اثرات سه‌گانه خودداری شد. نتایج اثرات متقابل رقم و نور و عصاره جلبک دریایی بر رشد دانه‌های دو رقم لیسیانیتوس در آزمایش اول نشان داد بیشترین تعداد برگ در بوته در طیف نوری قرمز در رقم "آرنا" با ۱۸/۱٪ افزایش نسبت به شاهد و L3 در رقم

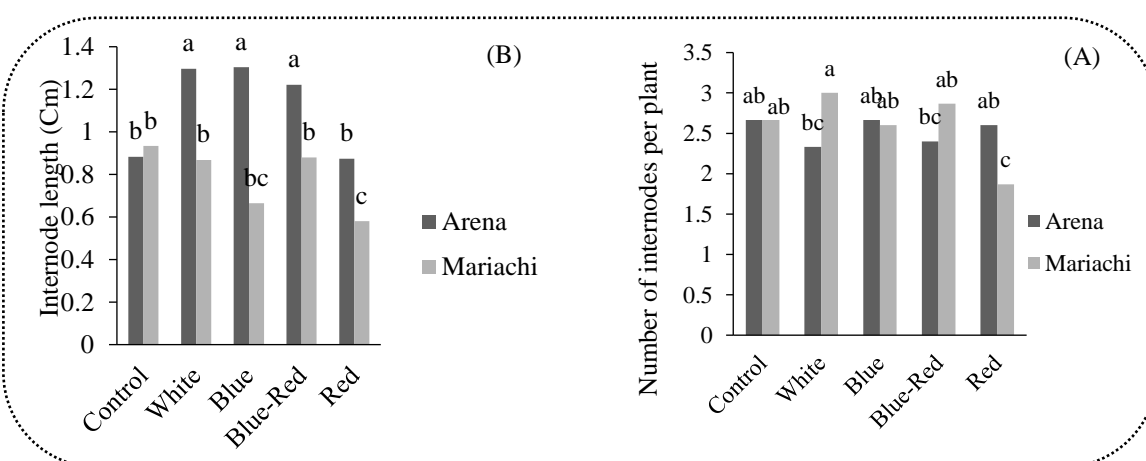


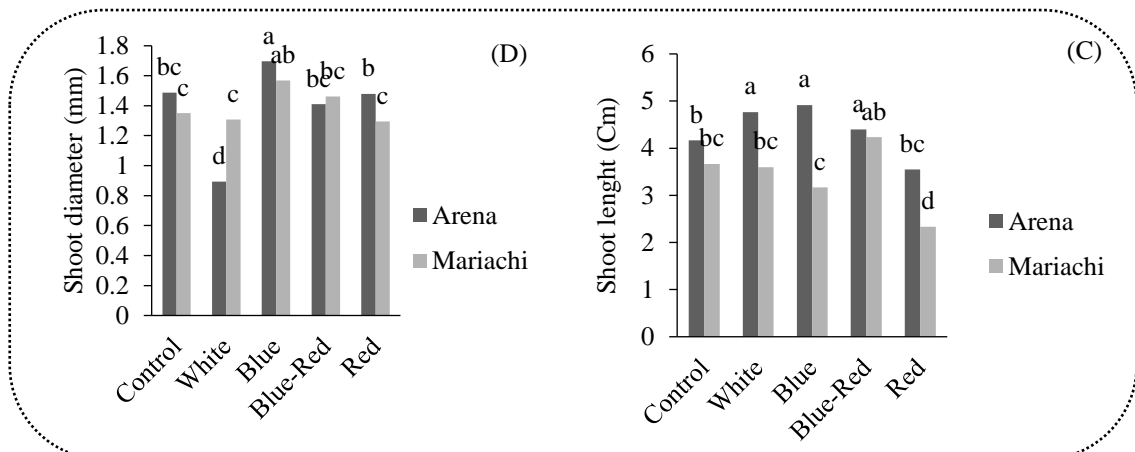


شکل ۱- اثر متقابل رقم و نور بر تعداد برگ در بوته (الف)، قطر برگ (ب)، عرض برگ (ج)، شاخص سبزیگی (د)  
**Fig 1- Interaction of cultivar and light on number of leaves per plant (A), Leaf diameter (B), Leaf width (C), Chlorophyll index (D)**

دادند (Poudel et al., 2008). در صورتی که بر اساس نتایج تحقیق طول ساقه و میانگره تحت تیمار با نور آبی نسبت به نور قرمز بالاتر بود، البته با تیمار نور سفید و نور ترکیبی آبی-قرمز تفاوت معنی داری نداشت که به نظر می‌رسد هر دو نور آبی و قرمز برای افزایش ارتفاع گیاه مورد نیاز هستند. بیشترین ضخامت لایه اپیدرمی برگ گیاه لیسبانتوس را تحت تأثیر نورهای سفید، آبی و قرمز ال ای دی گزارش دادند (Roni et al., 2017). بر اساس نتایج بیشترین قطر ساقه و برگ به ترتیب تحت تیمار نور آبی و آبی-قرمز مشاهده شد (شکل ۲- D).

بیشترین تعداد میانگره در بوته در رقم "ماریاچی" و L1 با ۱۲٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۲- A). رقم "آرنا" در طیف‌های L1، L2 و L3 به ترتیب ۴۶٪، ۴۷٪ و ۳۸٪ طول میانگره بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشت (شکل ۲- B). کمترین طول ساقه در رقم "ماریاچی" و L4 مشاهده شد (شکل ۲- C). بیشترین و کمترین قطر ساقه به ترتیب در تیمار L2 و رقم "آرنا" و L1 و رقم "آرنا" مشاهده شد (شکل ۲- D). بیشترین طول ساقه و میانگره و تعداد برگ در گیاهچه‌های انگور رشد یافته تحت تیمار نور قرمز ال ای دی را گزارش



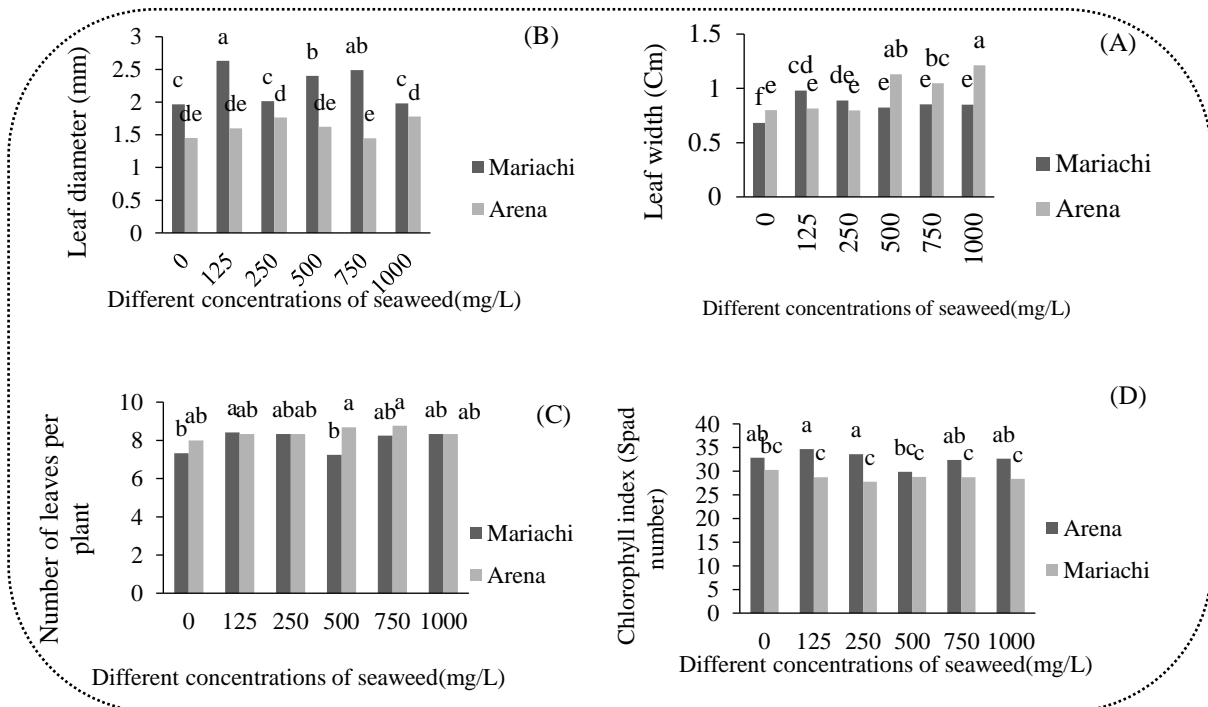


شکل ۲- اثر متقابل رقم و نور بر تعداد میانگره در بوته (الف)، طول میانگره (ب)، طول ساقه (ج)، قطر ساقه (د)

Fig 2 - Interaction of cultivar and light on the number of internodes per plant (A), Internode length (B), Sem length (C), Stem diameter (D)

اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها، هورمون‌های رشد چون اکسین، آبسزیک اسید و سیتوکینین می‌باشد که بر متابولیسم سلول‌ها اثر می‌گذارد و تیمار گیاهان با این عصاره‌ها منجر به افزایش رشد و عملکرد محصول شده و به حفظ سلامت گیاه کمک می‌کند (Nabit et al., 2016).

بیشترین قطر برگ و عرض برگ در رقم "ماریاچی" و  $SW_1$  به ترتیب با  $14/7\%$  و  $34/1\%$  افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۳- A, B) و بیشترین تعداد برگ در بوته در  $SW_4$  (شکل ۳- C) و بیشترین شاخص سبزیگی در رقم "ماریاچی" و  $SW_1$  مشاهده شد (شکل ۳- D). عصاره جلبک دریایی حاوی مواد غذایی ماکرو و میکرو،



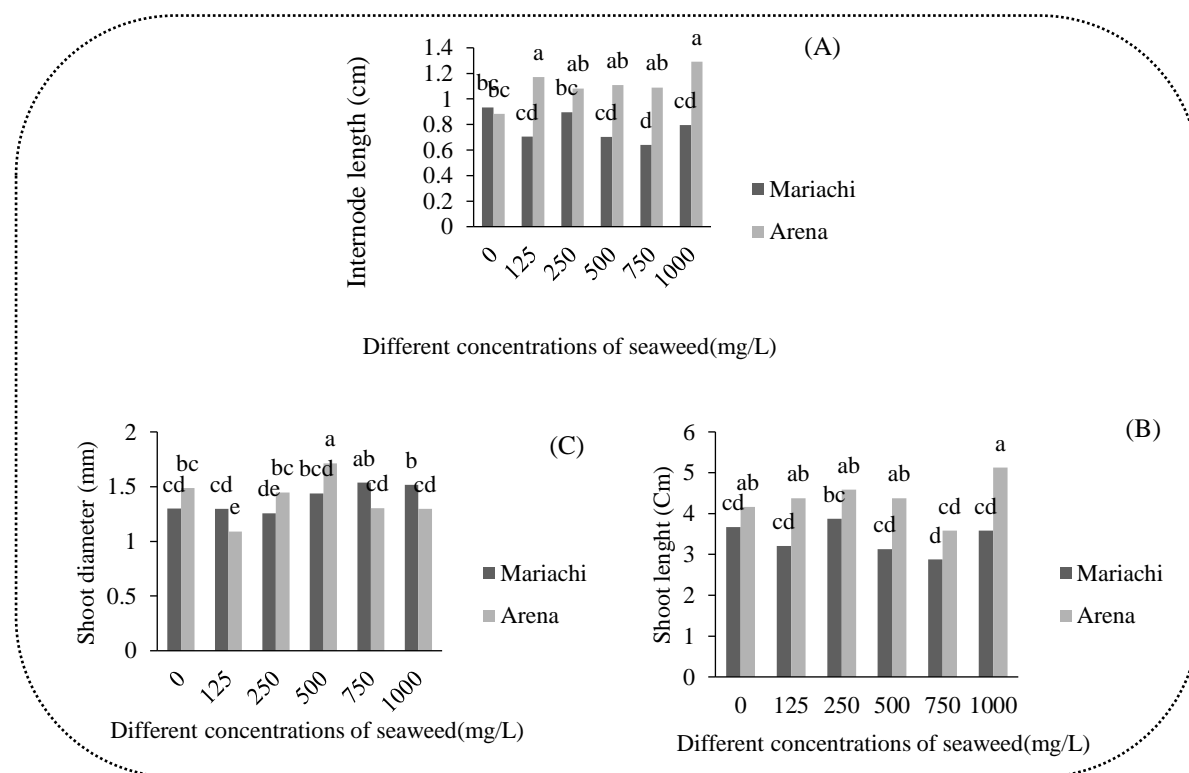
شکل ۳- اثر متقابل رقم و غلظت‌های مختلف جلبک دریایی بر قطر برگ (الف)، عرض برگ (ب)، تعداد برگ در بوته (ج)،

شاخص سبزیگی (د)

Fig 3 - Interaction of cultivars and different concentrations of seaweed on leaf width (A), leaf diameter (B), number of leaves per plant (C), chlorophyll index (D)

ساقه و میانگره و قطر ساقه و برگ تأثیر داشت و می‌توان دلیل آن را به اندوخته مواد غذایی و هورمون‌های گیاهی و تأثیر آن‌ها بر رشد و نمو گیاهان نسبت داد. گزارش شده است که استفاده از عصاره جلبک دریایی اثر مثبتی بر تعداد جوانه‌های گل و اندازه گل در گلرنگ داشته است (Martinez- Lozano et al., 2003).

بیشترین طول میانگره در SW<sub>5</sub> رقم "آرنا" و کمترین طول میانگره در SW<sub>4</sub> رقم "ماریاچی" مشاهده شد (شکل ۴- A). بیشترین و کمترین طول ساقه به ترتیب در SW<sub>5</sub> رقم "آرنا" و SW<sub>4</sub> رقم "ماریاچی" (شکل ۴- B) و بیشترین قطر ساقه در رقم "آرنا" و SW<sub>3</sub> با ۱۵/۵٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴- C). بر اساس نتایج غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی بر طول



شکل ۴- اثر متقابل رقم و غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی بر، طول میانگره (الف)، طول ساقه (ب)، قطر ساقه (ج)

Fig 4 - Interaction of cultivars and different concentrations of seaweed extract on internode length (A), stem length (B), stem diameter (C)

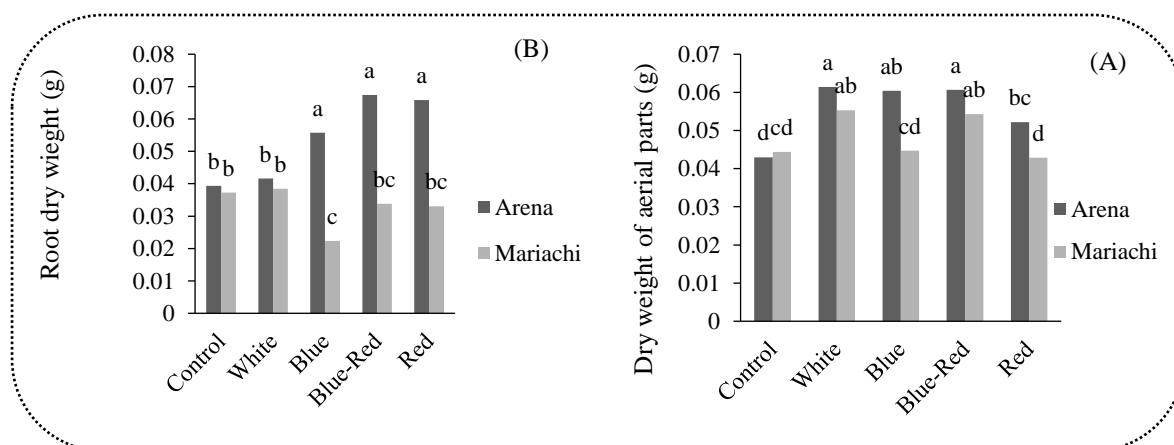
۳۸/۹٪ و ۴۵٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴- C). نتایج اثر متقابل طیف‌های نوری و رقم نشان داد که مساحت ریشه در رقم "آرنا" و L<sub>1</sub> بیشترین میزان را داشت (شکل ۴- D). نتایج نشان داد که تیمارهای رقم و طیف‌های نوری تأثیر مثبتی بر محتوای قند محلول نداشته است به طوری که تیمار شاهد در هر دو رقم بیشترین محتوای قند محلول را داشته است که از لحاظ آماری با تیمار رقم "آرنا" و L<sub>1</sub> و L<sub>3</sub> تفاوت معنی‌داری نداشته است (شکل ۴- E). میزان نشاسته در تیمارهای رقم "ماریاچی" و L<sub>2</sub>

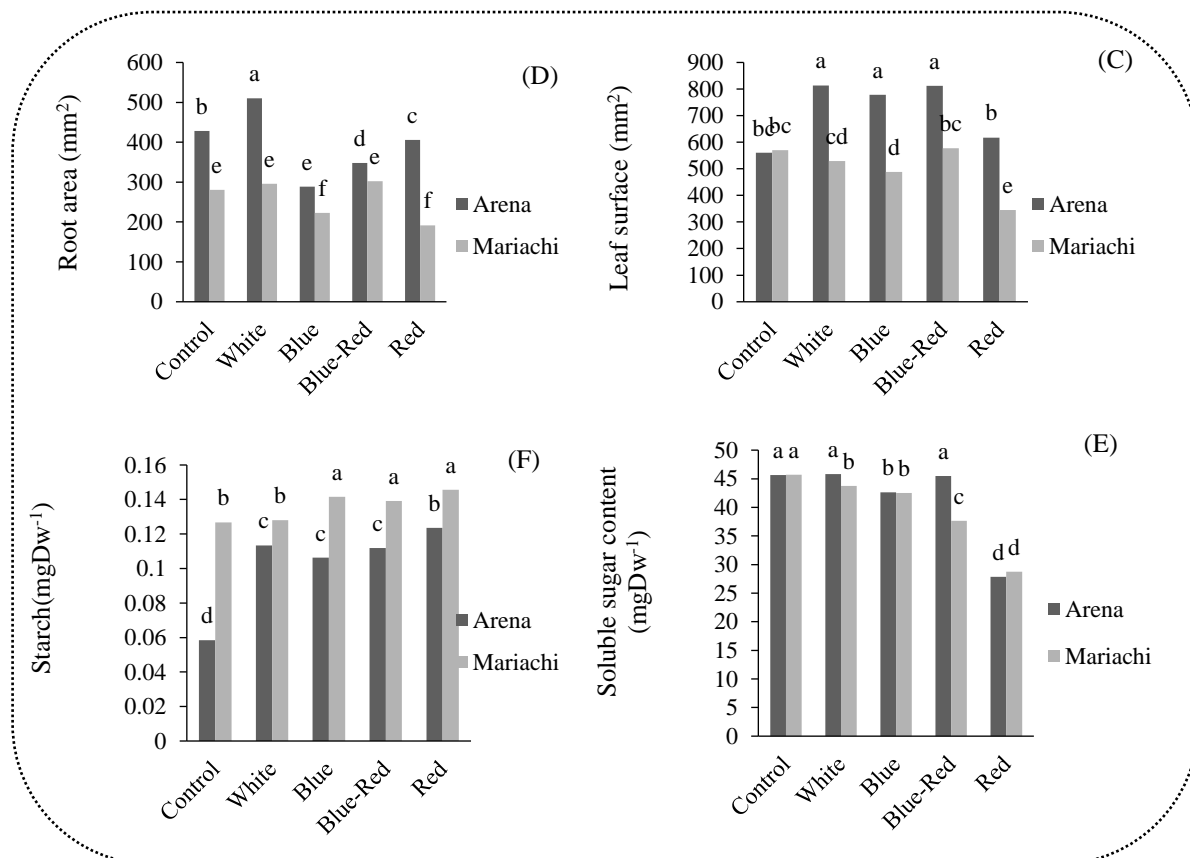
نتایج اثر متقابل طیف‌های نوری و رقم در آزمایش دوم نشان داد بیشترین وزن خشک اندام هوایی در رقم "آرنا" و L<sub>1</sub>، L<sub>2</sub>، L<sub>3</sub> با ۵۰٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴- A). بیشترین میزان وزن خشک ریشه در تیمار "آرنا" و L<sub>2</sub>، L<sub>3</sub> و L<sub>4</sub> به ترتیب با ۴۱٪، ۷۷٪ و ۶۶٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد و کمترین وزن خشک ریشه در رقم "ماریاچی" L<sub>2</sub> با ۴۰٪ کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴- B). بیشترین سطح برگ در رقم "آرنا" و L<sub>1</sub>، L<sub>2</sub> و L<sub>3</sub> به ترتیب با ۴۵/۱٪



شد که نور تک رنگ برای رشد طبیعی و رشد گیاهچه ها کافی نیست (Kang et al., 2016). تغییر در نسبت نورهای قرمز و آبی ال ای دی منجر به افزایش تعداد ریشه و وزن تر گیاه نعناع و گونه (*Tripterospermum japonicum*) می شود (Moon et al., 2006). نتایج آزمایش نشان داد که نور قرمز-آبی و قرمز موجب افزایش وزن خشک ریشه می گردد. باین حال در نور آبی ال ای دی وزن خشک ریشه کاهو افزایش بیشتری نسبت به نور قرمز دارد (Muneer et al., 2014). گیاهان تحت تیمار با نور سفید، سرعت فتوسنتزی و شکل برگ منظم تری در مقایسه با گیاهان تحت تیمار با نور قرمز یا آبی دارند (Hogewoning et al., 2010). کیفیت تابش طیف نور، ترکیب رنگیزه-پروتئین را که خصوصیات مهمی برای حالت عملکردی دستگاه فتوسنتزی است، تحت تأثیر قرار می دهد (Topchiy et al., 2005). بیشترین وزن تر اندام هوایی در گیاه کرفس، مربوط به نور قرمز ال ای دی است (Boroumand, 2016). بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین میزان نشاسته در نور قرمز مشاهده شد. به طور کلی واکنش گیاهان به طول موج های فتوسنتزی متفاوت است و می توان چنین استنباط کرد که افزایش وزن خشک در پی افزایش فتوسنتز و تجمع مواد فتوسنتزی در اندام هوایی صورت می گیرد. جلبک ها دارای ترکیبات آلی فعال به عنوان تنظیم کننده رشد هستند (Bajpai, 2016).

L3 و L4 به ترتیب با ۱۶٪ و ۸٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۵-F). نورهای آبی و قرمز از منابع اصلی برای جذب CO<sub>2</sub> و انجام عمل فتوسنتز هستند و بیشترین تأثیر را بر رشد گیاهان دارند و کیفیت نور در مقایسه با شدت نور و طول روز، اثرات بسیار پیچیده تری در مورفولوژی و فیزیولوژی گیاهان دارد و استفاده از چراغ های رنگی مختلف بر چرخه رشدی گیاه تأثیر بسیار زیادی می گذارد (Morrow, 2008) که نور قرمز-آبی، وزن تر گیاه کاهو را به طور معناداری افزایش می دهد (Johkan et al., 2010) که با نتایج این مرحله همخوانی دارد و بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی در نور سفید و نور ترکیبی قرمز-آبی به دست آمد. نور آبی نقش مهمی بر تنظیم کنندگی بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک روزنه ها، توسعه برگ، فتوسنتز، جابجایی کلروپلاست، بیان ژن تأثیر بر بیوسنتز پروتئین و تولید ترکیبات فتوسنتزی در گیاه دارد (Shimazaki et al., 2007). ترکیب نور آبی و قرمز، وزن تر و خشک بسیاری از گونه های گیاهی از جمله سوسن، داوودی و گوجه فرنگی را افزایش می دهد (Fan et al., 2013) که بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین وزن تر و خشک ریشه در نور ترکیبی قرمز-آبی و قرمز مشاهده شد. تاکنون مطالعات زیادی روی تأثیر نور قرمز و آبی در رشد و توسعه گیاه انجام شده است (Ouzounis et al., 2014). طبق مطالعات انجام شده گزارش





شکل ۵- اثر متقابل رقم و نور بر وزن خشک اندام هوایی (الف)، وزن خشک ریشه (ب)، مساحت ریشه (ج)، سطح برگ (د)، قند محلول (ی)، میزان نشاسته (ف)

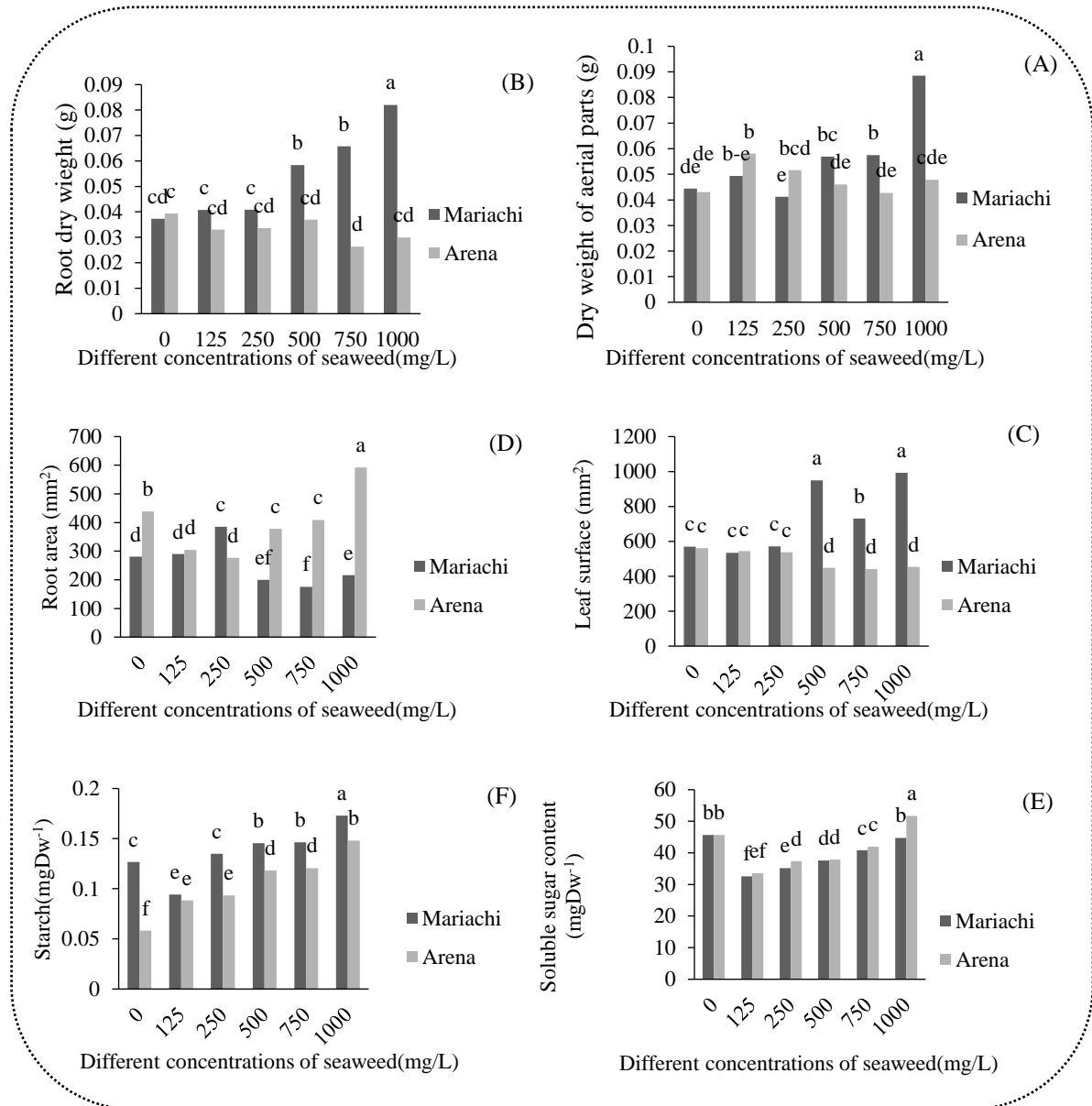
Fig 5 - Interaction of cultivar and light on shoot dry weight (A), root dry weight (B), root area (C), leaf area (D), soluble sugar content (E), starch (F)

در هر دو رقم افزایشی بود و بیشترین میزان آن در تیمار رقم "آرنا" و SW<sub>5</sub> با ۱۳/۳٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۶- E). با افزایش غلظت عصاره جلبک دریایی از غلظت SW<sub>1</sub> تا SW<sub>5</sub> در هر دو رقم "آرنا" و "ماریاچی" میزان نشاسته افزایش داشت و بالاترین میزان نشاسته در تیمار رقم "ماریاچی" و SW<sub>5</sub> با ۴۱/۶٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۶- F). کاربرد عصاره جلبک دریایی باعث افزایش کیفیت گل و میوه شده است و به عنوان یک گزینه‌ی مناسب برای به حداقل رساندن کاربرد کودهای شیمیایی و در نتیجه کاهش اثرات آن بر محیط زیست و بهبود سلامت مردم مفید است (Trejo et al., 2018). بر اساس نتایج، بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی، سطح برگ، سطح ریشه، محتوای قند محلول و نشاسته در SW<sub>5</sub> عصاره جلبک دریایی مشاهده شد که با

اثر متقابل رقم و غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی نشان داد که بیشترین و کمترین وزن خشک اندام هوایی به ترتیب در تیمار رقم "ماریاچی" و SW<sub>5</sub> و رقم "ماریاچی" و SW<sub>2</sub> به ترتیب با ۱۰۰٪ افزایش و ۶/۸٪ کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۶- A). وزن خشک ریشه در رقم "ماریاچی" و SW<sub>5</sub> ۱۲۱٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد را داشت (شکل ۶- B). با افزایش غلظت عصاره جلبک دریایی از SW<sub>3</sub> تا SW<sub>5</sub> در رقم "ماریاچی"، بیشترین سطح برگ به ترتیب با ۶۶/۳٪، ۲۸/۲٪ و ۷۳/۸٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۶- C). در اثر متقابل رقم و عصاره جلبک دریایی بیشترین مساحت ریشه در رقم "آرنا" و SW<sub>5</sub> با ۲۰٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۶- D). محتوای قند محلول با افزایش غلظت عصاره جلبک دریایی

دنبال آن افزایش ذخیره محصولات ناشی از سیستم فتوسنتزی در اندام‌های گیاه شده است.

نتایج تحقیقی که روی ژربرا انجام شده مطابقت دارد (Garcia et al., 2014). به نظر می‌رسد عصاره جلبک دریایی به‌عنوان کود مکمل موجب تسریع در عمل فتوسنتز و به

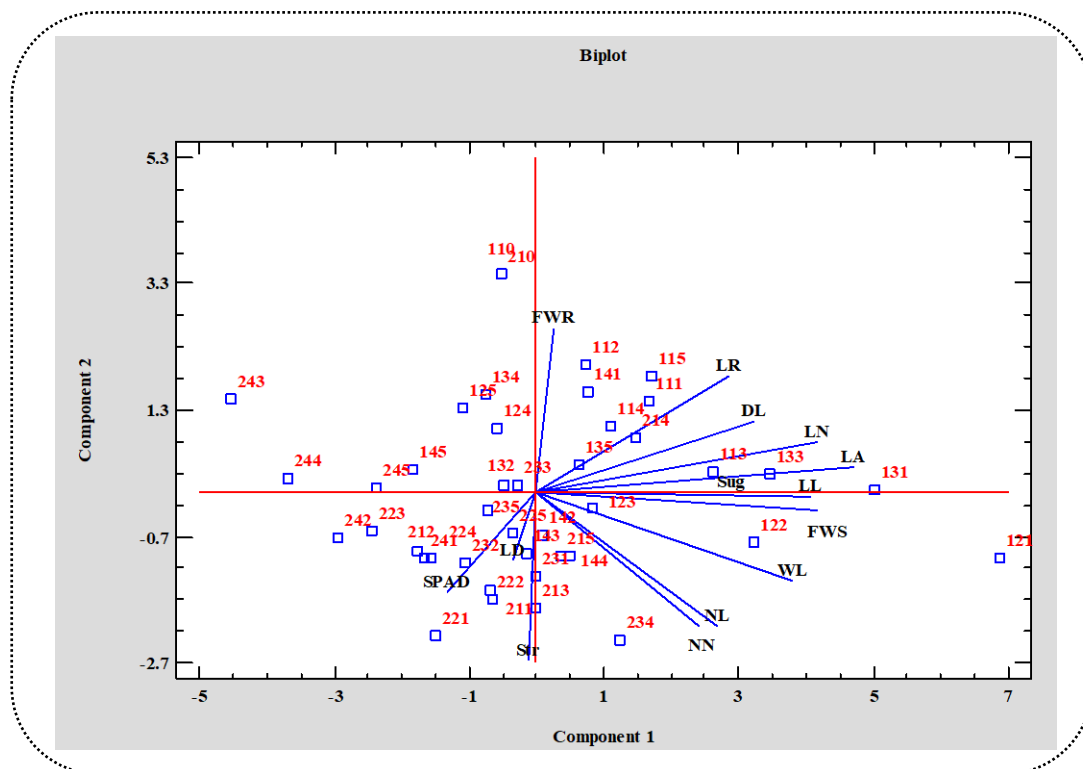


شکل ۶- اثر متقابل رقم و غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی بر وزن خشک اندام هوایی (الف)، وزن خشک ریشه (ب)، بر سطح برگ (ج)، مساحت ریشه (د)، قند محلول (ی)، میزان نشاسته (ف).

Fig 6 - Interaction of cultivars and different concentrations of seaweed extract on shoot dry weight (A), root dry weight (B), root area (C), leaf area (D), soluble sugar content (E), starch (F)

برگ، سطح برگ و وزن خشک شاخساره مشاهده شد (شکل ۷).

نتایج نمودار بای‌پلات نشان داد که رقم آرنا و نور آبی-قرمز و در دو غلظت ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بهترین نتایج را در میزان قند محلول، تعداد برگ، طول ساقه، قطر



شکل ۷- نمودار بای پلات اثرات سه گانه رقم، نور و غلظت عصاره جلبک دریایی بر گل لیسیانثوس

وزن خشک شاخساره: FWS، وزن خشک ریشه: FWR، سطح برگ: LA، مساحت ریشه: LR، میزان قند محلول: Sug، میزان نشاسته: St، تعداد برگ: NL، قطر برگ: DL، عرض برگ: WL، تعداد میانگره: NN، طول میانگره: LN، طول ساقه: LL، قطر ساقه: LD، شاخص سبزینگی: SPAD. اعداد اول از سمت چپ مربوط به رقم: ۱: رقم آرنا، ۲: رقم ماریاچی، عدد دوم مربوط به نور: ۱: سفید، ۲: آبی، ۳: آبی-قرمز، ۴: قرمز، عدد سوم مربوط به غلظت عصاره جلبک دریایی: ۰: شاهد، ۱: ۱۲۵، ۲: ۲۵۰، ۳: ۵۰۰، ۴: ۷۵۰، ۵: ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر

Fig 7 - Bioplate diagram of the three effects of cultivar, light and concentration of seaweed extract on lisanthus flowers Shoot dry weight: FWS, root dry weight: FWR, leaf area: LA, root area: LR, soluble sugar content: Sug, starch content: St, leaf number: NL, leaf diameter: DL, leaf width: WL, number Intermediate: N, Intermediate length: LN, Stem length: LL, Stem diameter: LD, Greenness index: SPAD. The first numbers from the left correspond to the cultivar: 1: Arena cultivar, 2: Mariachi cultivar, the second number related to light: 1: white, 2: blue, 3: blue-red, 4: red, the third number related to the concentrations of seaweed extract: 0: control, 1: 125, 2: 250, 3: 500, 4: 750, 5: 1000 mg / l

## نتیجه گیری کلی

وزن تر و خشک اندام هوایی در رقم "آرنا"، غلظت ۱۲۵ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و نور آبی و بیشترین محتوای قند محلول در رقم "آرنا"، غلظت ۱۲۵ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و نور ترکیبی قرمز-آبی و بیشترین میزان نشاسته در رقم "ماریاچی"، غلظت ۱۲۵ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و نور آبی الای دی مشاهده شد. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش می توان رقم "آرنا" تحت تیمار نور آبی ۱۰۰٪ الای دی و غلظت ۱۲۵ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک

با توجه به نتایج مرحله اول آزمایش، رقم "آرنا" در اکثر صفات مانند قطر برگ، عرض برگ، طول میانگره و طول ساقه افزایش معنی داری نسبت به رقم "ماریاچی" داشت. بیشترین میزان وزن خشک ریشه در تیمار "آرنا" و آبی ۱۰۰٪، آبی-قرمز ۷۰:۳۰٪، قرمز ۱۰۰٪ به ترتیب با ۷۷٪/۷٪، ۶۶٪/۶٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. بیشترین عرض برگ و قطر ساقه در نور آبی و بیشترین قطر برگ در نور ترکیبی قرمز-آبی مشاهده شد. بیشترین

Hikosaka, S., Iyoki, S., Hayakumo, M. and Goto, E., 2013. Effects of light intensity and amount of supplemental LED lighting on photosynthesis and fruit growth of tomato plants under artificial conditions. *Journal of Agricultural Meteorology*. 69: 93-100.

Hogewoning, S. W., Trouwborst, G., Maljaars, H., Poorter, H., van Ieperen, W., Harbinson, J., 2010. Blue light dose-responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical composition of *Cucumis sativus* grown under different combinations of red and blue light. *J. Exp. Bot.* 61: 3107-3117.

Islam, N., Patil, G. G. and Gislerod, H. R. 2005. Effect of photoperiod and light integral on flowering and growth of *Eustoma grandiflorum* (Raf) Shinn. *Sci. Hort.* 103: 441-451.

Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hashida, S. and Yoshihara, T. 2010. Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. *Hort. Sci.* 12: 1809-1814.

Kang, W. H., Park, J. S., Park, K. S., Son, J. E. 2016. Leaf photosynthetic rate, growth, and morphology of lettuce under different fractions of red, blue, and green light from light-emitting diodes (LEDs). *Hortic. Environ. Biotechnol.* 57: 573-579.

Khan, N. and Abas, N. 2011. Comparative study of energy saving light sources. *Renewable and sustainable energy reviews*. 15: 296-309.

Lian, M. L., Murthy, H. N. and Paek, K. Y. 2002. Effects of light emitting diodes (LEDs) on the in vitro induction and growth of bulblets of *Lilium* oriental hybrid 'Pesaro'. *Scientia Horticulturae*. 94: 365-370.

Lin, K. H., Huang, M. Y., Huang, W. D., Hsu, M. H., Yang, Z. W., Yang, C. M., 2013. The effect of red, blue and white light emitting diodes on the growth, development and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). *Sci. Hort.* 150: 86-91.

Martinez-Lozano, S. J., Verde-Star, J., GamezGonzalez, H., Moreno-Limon, S., Cardenas-Avila, M. L., Nunez-Gonzalez, M. A. and Lara-Hernandez, E. M. 2003. Effect del product comercial de agenesia's corregimiento y Desarrollo del royal nano *Rosa chinensis*. *Phyton International Journal of Experimental Botany*. 2003: 183-188.

دریایی را جهت تولید محصول بهتر توصیه کرد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان نامه ارشد دانشجو می باشد

و به همین دلیل از حمایت های مالی دانشگاه صنعتی اصفهان از پایان نامه کارشناسی ارشد قدردانی می گردد.

## منابع

Ahmed, Y. M., and E. A., Shalaby. 2012. Effect of different seaweed extracts and compost on vegetative growth, yield and fruit quality of cucumber. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*. 4: 235-240.

Anderson, N. O. 2006. Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges, and Opportunities for the 21st Century. Springer, Dordrecht. PAGE???

Bajpai, V. 2016. Antimicrobial bioactive compounds from marine algae: A mini review. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 45: 1076-1085.

Boroumand, M. 2016. Growth characteristics and amount of active ingredient of celery (*Apium graveolence* L.) under the influence of LED lights and salinity stress. Master Thesis, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology. Isfahan. 150 pages Calvo, P., Nelson, L. and Kloepper, J. W., 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and soil*. 383: 3-41.

Fan, X., ZH, X., Xu, G., Liu, X., Y. Tang, C. M., Wang, L. W. and Han, X. L., 2013. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Sci. Hort.* 153: 50-55.

Garcia, S. M. L., De Luna Vega, A., Zuniga, C. C., Banuelos Gutierrez, O. A. and Silva Echeverria, M., 2014. Efecto de algas marinas en el desarrollo de *Gerbera jamesonii* (Asteraceae). *e-CUCBA Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biologicas y Agropecuarias*. 2: 39-45.

Heidarizadeh, P., Zahedi, M. and Sabzalian, M. R. 2014. The effect of LED light on plant yield, essential oil content and activity of antioxidant enzymes in peppermint (*Mentha piperita*). *Plant process and function*. 3: 8.13-24.

- Roni, M. Z. K., Islam, M. S. and Shimasaki, K. 2017. Response of *Eustoma grandiflorum* leaf phenotype and photosynthetic performance to LED light quality. *Hort. J.* 3: 50-53.
- Rudnicki, R. M., Nowak, J. and Goszczynska, D. M. 1991. Cold storage and transportation conditions for cut flowers cuttings and potted plants. *J. Acta. Hortic.* 298: 225-236.
- Sathya, R., Kanaga, N., Sankar, P. and Jeeva, C. 2013. Antioxidant properties of phlorotannins from brown seaweed *Cystoseira trinodis* (Forsskal) C. Agardh. *Arabian Journal of Chemistry.* 10: 2608–2614.
- Shaheen, M. A., Abd ElWahab, S. M., El-Morsy, F. M. and Ahmed, A. S. S. 2013. Effect of organic and bio-fertilizers as a partial substitute for NPK mineral fertilizer on vegetative growth, leaf mineral content, yield and fruit quality of Superior grapevine. *J. Hortic. Sci. Orn. Plant.* 5: 151-159.
- Shibuya, T., Kanayama, Y. 2014. Flowering response to blue light and its molecular mechanisms in *Arabidopsis* and horticultural plants. *Advances in Horticultural Science.* 28: 179-183.
- Shimazaki, K. I., Doi, M., Assmann, S. M. and Kinoshita, T. 2007. Light regulation of stomatal movement. *Annu. Rev. Plant. Biol.* 58: 219-247.
- Shin, K. S., Murthy, H. N., Heo, J. W., Hahn, E. J. and Paek, K. Y. 2008. The effect of light quality on the growth and development of in vitro cultured *Doritaenopsis* plants. *Acta Physiologiae Plantarum.* 30: 339-343.
- Topchiy, N. M., Sytnik, S. K., Syvash, O. O., Zolotareva, O. K. 2005. The effect of additional red irradiation on the photosynthetic apparatus of *Pisum sativum*. *J. Photosynthetica.* 43: 451-456.
- Trejo, V. R., Sanchez, S. A., Fortis, H. M., Preciado, P. R., Gallegos, R. M. A., Cruz, R. C. A. and Vazquez, V. C. 2018. Effect of Seaweed Aqueous Extracts and Compost on Vegetative Growth, Yield, and Nutraceutical Quality of Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Fruit Horticultural Agronomy.* 8: 264.
- Moon, H. K., Park, S. Y., Kim, Y. W. and Kim, C. S. 2006. Growth of *Tsuru-rindo* (*Tripterospermum japonicum*) cultured in vitro under various sources of light-emitting diode (LED) irradiation. *J. Plant. Biol.* 49: 174-179.
- Morrow, R. C., 2008. LED lighting in horticulture. *Hort. Sci.* 43: 1947-1950.
- Muneer, S., Kim, E. J., Park J. S. and Lee, J. H. 2014. Influence of green, red and blue light emitting diodes on multiprotein complex proteins and photosynthetic activity under different light intensities in lettuce leaves (*Lactuca sativa* L.). *Int. J. Mol. Sci.* 15: 4657-4670.
- Nabti, E., Jha, B. and Hartmann, A. 2016. Impact of seaweeds on agricultural crop production as biofertilizer. *International Journal of Environmental Science and Technology.* 14: 1119-1134.
- Nikbakht, A., And Ashrafi, N., 2014. Cut flowers of scientific and practical principles of cultivation. University Jahad Publications, Isfahan Industrial Branch. PAGE???
- Nishidate, K., Kanayama, Y., Nishiyama, M., Yamamoto, T., Hamaguchi, Y. and Kanahama, K. 2012. Far-red light supplemented with weak red light promotes flowering of *Gypsophila paniculata*. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science.* 81: 198-203.
- Ouzounis, T., Frette, X., Rosenqvist, E., Ottosen, C. O. 2014. Spectral effects of supplementary lighting on the secondary metabolites in roses, chrysanthemums, and campanulas. *J. Plant Physiol.* 171: 1491–1499.
- Ouzounis, T., Rosenqvist, E. and Ottosen, C. O. 2015. Spectral effects of artificial light on plant physiology and secondary metabolism: a review. *Hort Science.* 50: 1128-1135.
- Ouzounis, T., Razi Parjkolaei, B., Frette, X., Rosenqvist, E. and Ottosen, C. O. 2015. Predawn and high intensity application of supplemental blue light decreases the quantum yield of PSII and enhances the number of phenolic acids, flavonoids, and pigments in *Lactuca sativa*. *J. Front. Plant. Sci.* 6: 1-14.
- Poudel, P. R., Kataoka, I. and Mochioka, R. 2008. Effect of red-and blue-light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes. *J. Plant. Cell. Tiss. Org.* 92: 147-153.