اثر نور ال ای دی بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و متابولیت‌های ثانویه در گیاه آویشن باغی *(Thymus vulgaris L.)*

آزاده زارعی*.شاهپور خانقلی

تهران. دانشگاه شاهد. گروه باغبانی

چکیده

آویشن (*Thymus valgaris L.*) گیاهی از تیره نعناعیان (*Lamiaceae*) است. به طور کلی جزء اصلی فنلی در آویشن تیمول است و کارواکرول نیز یک جزء فرعی می‌باشد. نور از جنبه‌های مختلفی مانند شدت، کیفیت و طول مدت نوردهی برای گیاهان حائز اهمیت است. کیفیت نور تغییرات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و آناتومیکی متعددی را می‌تواند در گیاهان بوجود آورد شد. میزان آب خاک و شرایط نوری به طور معنی‌داری رشد زیست توده آویشن (وزن خشک ریشه و اندام هوایی) را تغییر می‌دهند و شرایط نوری از میزان رطوبت خاک با اینکه اثر متقابل مشاهده شده مهم‌تر است. اخیرا در گلخانه‌ها و مراکز رشد و پرورش گیاه مطالعه تاثیر نورLED که مورد توجه قرار گرفته که این نشان دهنده تاثیر طول موج و رنگ‌های نور بر کمیت و کیفیت محصولات گیاهی است. به منظور انجام این آزمایش نشاءهای ۱۰-۵ سانتی آویشن باغی را در گلدان‌های ۲۰ سانتی متری کاشته شد و سپس تیمار نوری با لامپ LED با طیف نوری قرمز (۱۰۰ درصد)، با طیف نوری قرمز-آبی (۳۰-۷۰ درصد)، با طیف نوری آبی (۱۰۰ درصد) و لامپ فلورسنت به عنوان شاهد اعمال شد. کیفیت نور بر صفات مورفولوژی طول ریشه، ارتفاع اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، قطر ساقه، طول شاخساره، نسبت وزن تر به خشک ریشه و نسبت وزن تر به خشک اندام هوایی تاثیر نداشت و بر صفات فیزیولوژیک کلروفیل کل، کارتنوئید، فلاوونوئید معنی دار نشد. بیشترین میزان تعداد برگ و سطح برگ در هر گلدان در تیمار نوری فلورسنت مشاهده شد. در حالی که کمترین تعداد برگ در تیمار نوری قرمز-آبی مشاهده شد. وزن تر اندام هوایی در تیمار نوری فلورسنت و LED قرمز تقریبا یکسان و بیشترین میزان را داشت. بیشترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار نوری فلورسنت و کمترین مقدار آن در تیمار نوری قرمز-آبی دیده شد. بیشترین

مقدار آنتوسیانین در تیمار نوری فلورسنت بود و به طور معنی داری با تیمارهای دیگر تفاوت داشت. بیشترین میزان فنل در تیمار نوری قرمز-آبی و آبی و کمترین آن در تیمار نوری فلورسنت وجود داشت. طبق نتایج بیشترین میزان پروتئین در تیمار نوری فلورسنت و کمترین مقدار پروتئین در تیمار نوری قرمز دیده شد. میزان آنتی‌اکسیدان در گیاهانی که تحت تیمار نور آبی بیشترین میزان را داشت که تفاوت معنی داری با تیمار نوری قرمز و فلورسنت نداشت. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که کیفیت نور روی رشد رویشی، متابولیتهای ثانویه آویشن باغی تأثیرگذار می‌باشد.

کلیدواژه: آویشن باغی، LED، صفات فیزیولوژیک، صفات مورفولوژیک، بهبود رشد

۱-مقدمه

آویشن (*Thymus valgaris L.*) گیاهی از تیره نعناعیان (*Lamiaceae*) و دارای ساختار بوته‌ای با ساقه ای مستقیم و علفی، منشعب و پوشیده از کرک‌های سفید رنگ که برگ‌های آن دارای عطر فراوان، به رنگ خاکستری روشن(۱) و به طور معمول همیشه سبزو متقابل و به شکل بیضوی-نیزه‌ای می‌باشد(۲). اسانس آویشن مایعی است به رنگ زرد یا قهوه‌ای مایل به قرمز تیره با بوی مطبوع قوی و طعم تند و پایدار و خنک کننده، که از تقطیر برگ‌ها و شاخه‌های گلدار استخراج می‌شود(مومنی، ۱۳۷۰). به طور کلی جزء اصلی فنلی در آویشن تیمول است و کارواکرول نیز یک جزء فرعی می‌باشد(Musselman, ۱۹۹۶). اسانس این گیاه، آنتی بیوتیک بسیار قوی است، همچنین پلی متوکسی فلاوونها و مونوترپن های موجود در آویشن باغی نیز دارای اثرات ضدتشنجی، ضدالتهاب و ضدسرفه هستند(Mozaffarian, ۲۰۱۳). اسانس روغنی و یا ماده اصلی این گیاه که تیمول است از آویشن باغی در بسیاری از ترکیبات دارویی که به صورت تجاری و به شکل چای‌های سرفه، قطره‌های سرفه، دهان شویه‌ها و کرم‌های ضدعفونی کننده تهیه می‌شوند وجود دارند(Bekhradi & Khayat

Kashani, ۲۰۰٦). آویشن گیاهی است که معمولا در شرایط مزرعه‌ای در نواحی نیمه خشک تا معتدل گرم در دماهای بالا و تشعشع شدید آفتاب سازگار است و رشد می‌کند(Letchamo, Xu, & Gosselin, ۱۹۹٥a).

نور نه تنها منبع تامین انرژی برای فتوسنتز در گیاه است، بلکه پارامتر مهم تاثیرگذار در مراحل رشد و تکوین گیاه از جوانه‌زنی تا گلدهی می‌باشد(Heijde *et al.*, ۲۰۱۲). گیاهان به طیف بزرگی از طیف‌های نوری از جمله ماورای بنفش تا مادون قرمز واکنش نشان داده‌اند(Taiz & Zeiger, ۲۰۰٦). نواحی مخصوصی از نور که برای گیاهان مهم است تا رشد و نمو خوبی داشته باشند را به سه بخش ماورای بنفش (کمتر از ٤۰۰)، مرئی (٤۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر) و قرمز دور (بین ۷۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر) تقسیم می‌شود و قسمت مرئی را در یک تقسیم بندی به سه بخش آبی (٤۰۰ تا ٥۰۰ نانومتر)، سبز (٥۰۰ تا ٦۰۰ نانومتر) و قرمز (٦۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر) تقسیم می‌شود(Rajapakse & Shahak, ۲۰۰۷). نور از جنبه‌های مختلفی مانند شدت، کیفیت و طول مدت نوردهی برای گیاهان حائز اهمیت است. کیفیت نور تغییرات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و آناتومیکی متعددی را می‌تواند در گیاهان بوجود آورد(Morrow, ۲۰۰۸). میزان آب خاک و شرایط نوری به طور معنی‌داری رشد زیست توده آویشن (وزن خشک ریشه و اندام هوایی) را تغییر می‌دهند و شرایط نوری از میزان رطوبت خاک با اینکه اثر متقابل مشاهده شده مهم‌تر است و تاثیر افزایش رطوبت خاک در شرایط نور طبیعی به اندزه نور اضافی قابل توجه نبوده است و افزایش رطوبت خاک در شرایط نور طبیعی، تاثیری به مراتب کمتر از نور اضافی دارد. با این وجود در شرایط نور اضافی و رطویت خاک ۷۰ درصد، بالاترین میزان فتوسنتز و اسانس گیاه دیده شده و کمترین میزان اسانس نیز در شرایط نور طبیعی و ٥۰ درصد رطوبت خاک گزارش شده است (Letchamo et al., ۱۹۹٥a).

اخیرا در گلخانه‌ها و مراکز رشد و پرورش گیاه مطالعه تاثیر نورLED که مورد توجه قرار گرفته که این نشان دهنده تاثیر طول موج و رنگ‌های نور بر کمیت و کیفیت محصولات گیاهی است(Olle & Viršile, ۲۰۱۳). در سیستم‌های نوری برای دستکاری رشد و نمو گیاهان، LED یک فناوری ثبت شده امی‌باشد(Samuolienė

et al., ۲۰۱۱). در پژوهش‌ها گزارش شده است که ترکیب نور آبی و قرمز می‌تواند یک منبع نور مناسب برای رشد و نمو بسیاری از محصولات باشد. برای واکنش‌های فیتوکروم و تغییر در آناتومی گیاه. نور قرمز بسیار مناسب و مهم است اما نور آبی مؤثر در بیوسنتز کلروفیل، باز شدن روزنه‌ها سنتز آنزیم و بلوغ کلروپلاست می‌باشد(Tibbitts et al., ۱۹۸۳). ترکیبات آنتی‌اکسیدانی درگیاهان به عنوان یک متابولیت ثانویه تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد که کیفیت نور یکی از مهم‌ترین متغیرهای مؤثر و کنترل کننده غلظت این ترکیبات می‌باشد(Lee et al., ۲۰۱۰). شدت نور یک عامل بسیار مهمی در رشد گیاهان می‌باشد. شدت نور پایین باعث افزایش سطح برگ و افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. شدت نور بالا قادر است منجر به افزایش ضخامت برگ شود. مناسب‌ترین شدت نور در گوجه فرنگی پایین‌تر از ۳۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه با کاربرد LED قرمز و LED آبی بود(Fan et al., ۲۰۱۳). از طرفی خواص بی‌شمار آویشن و از طرفی دیگر تقاضای بالا برای آن، مسلما نیاز به تولید زیاد این گیاه می‌باشد، که کاشت مستقیم در زمین به دلیل ریز بودن بذر پرهزینه و با ریسک مواجه است. در نتیجه نشاءکاری برای این گیاه عملکرد بالایی دارد. استفاده از نور مصنوعی برای تولید نشاء منجر به کاهش هزینه تولید، بهره‌وری بیشتر از نهاده‌ها و تولید محصول بیشتر می‌گردد. در این زمینه کاربرد نورهای ال ای دی می‌توانند امکان روش‌های نوین به طور مثال کشت طبقاتی برای تولید نشاء را فراهم آورد و در این تحقیق اثرات نور ال ای دی بر آویشن باغی بررسی خواهد شد.

۲–مواد و روش‌ها

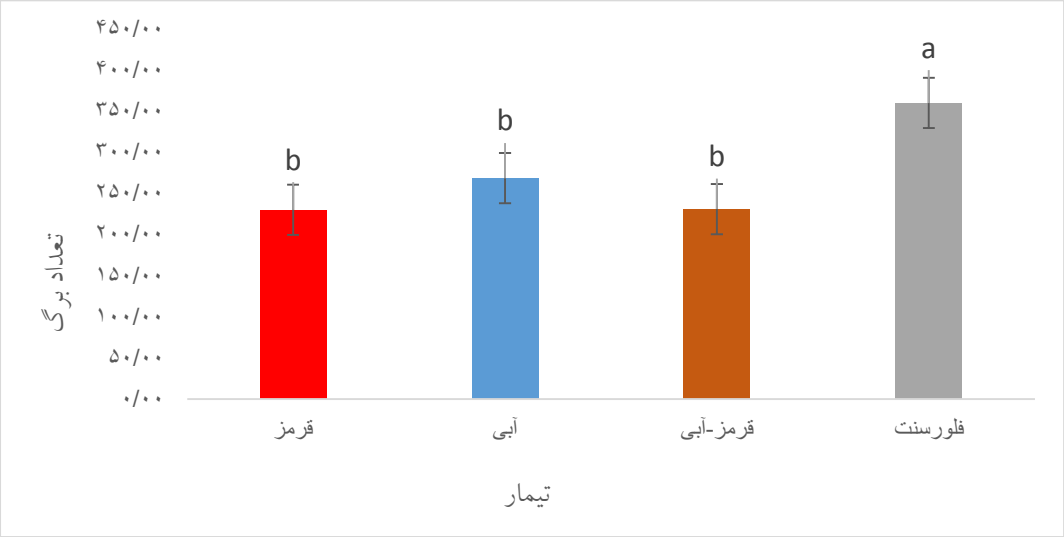
پس از تهیه لامپ‌های LED از شرکت گرو لایت و سیستم تهویه، نشاءهای آویشن باغی (*Thymus valgaris* L.) که به ارتفاع ۱۰ الی ۱۵ سانتی متری را در گلدان های ۲۰ سانتی متری کاشته شد. پس از کاشت نشاءها تیمار نوری با لامپ LED (والواشر خطی ٢٤ واتی) و به طور متوسط با شدت ۲۰۰ میکرومول با طیف نوری قرمز (۱۰۰ درصد)، با طیف نوری قرمز–آبی (۳۰–۷۰ درصد)، با طیف نوری آبی (۱۰۰ درصد) و لامپ فلورسنت به عنوان شاهد اعمال شد که فاصله لامپ‌ها از گلدان‌ها از ۲۰ تا ٤٠ سانتی متری بسته به شدت تیمار نوری قرار گرفتند. در طول آزمایش

دما و رطوبت کنترل شد. گیاهان به مدت ٤ ماه تحت تیمار قرار گرفتند. هر تیمار در فضایی به اندازه یک متر در یک متر با رنگ نور مورد نظر اعمال شد. برای جلوگیری از تداخل نوری بین فضاهای مورد نظر با استفاده از فیبر دیوارهای ایجاد شد. آبیاری هفتهای ۲ بار به مقدار مساوی برای همهی گلدانها انجام میشد. دو هفته یکبار نیز محلول غذایی(NPK (۱۰۰۰ ppm، به نام Deltaspra(۲۰-۲۰+micro) اضافه شد. بعد از برداشت نشاءها صفتهای ارتفاع اندام هوایی، تعداد برگ، سطح برگ، قطر ساقه ، وزن خشک و وزن تر اندام هوایی، وزن خشک و تر ریشه اندازه گیری شد. مقداری از نشاءها به طور زنده در ازت مایع گذاشته و در فریزر منفی ۸۰ نگهداری شد و از این نشاءها صفات کلروفیل کل، کاروتنوئید، فنل، فلاوونوئید، آنتوسیانین، پروتئین، آنتی اکسیدان اندازه گیری شد.

۳-نتایج و بحث

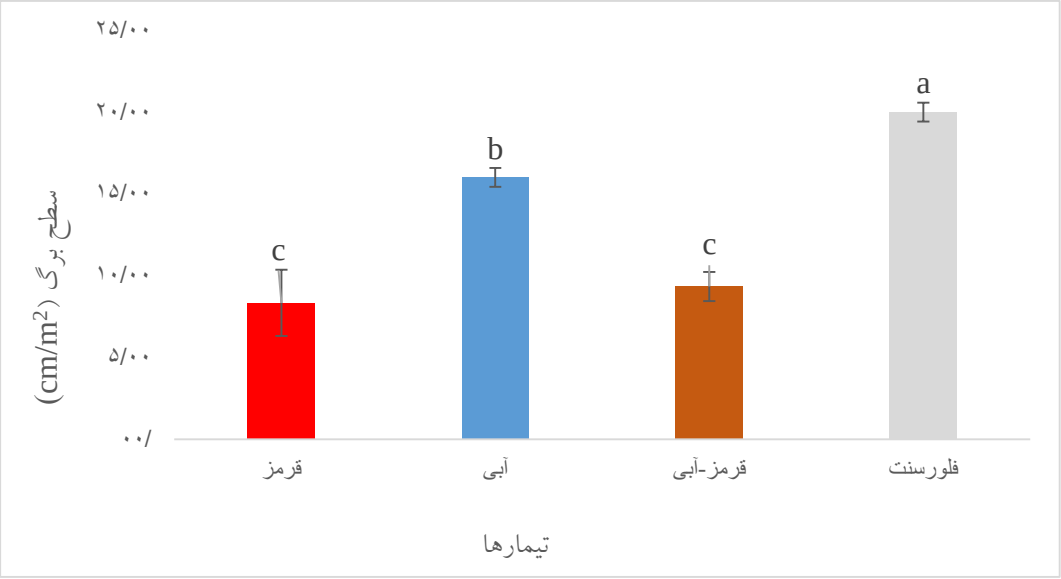
نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان میدهد که کیفیت نور LED روی ویژگیهای رشدی آویشن باغی تاثیرگذار میباشد. با توجه به اینکه در گیاه آویشن باغی هم برگ و هم ساقه مورد استفاده قرار می گیرد، عملکرد رویشی این گیاه دارای اهمیت است و در تحقیقات هر دو صفت مدنظر است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس طول موجهای مختلف نوری بر آویشن باغی برای صفات مورفولوژیک تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی اختلاف معنی داری نشان دادند و تفاوت بین ٤ تیمار آویشن باغی مورد مطالعه برای صفات قطر ساقه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه و ارتفاع اندام هوایی معنیدار نبوده است. در حالی که نتایج حاصل از تجزیه واریانس طول موجهای مختلف نوری بر آویشن باغی برای صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی آنتوسیانین، فنل، پروتئین و آنتیاکسیدان اختلاف معنی داری نشان دادند، اما برای صفات کلروفیل کل، فلاوونوئید، کاروتنوئید معنیدار نبوده است. نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان میدهد که کیفیت نور بر خصوصیات رشدی آویشن باغی تاثیر گذاشته است که تیمار نور فلورسنت بر میزان تعداد برگ بیشترین تاثیر مثبت را داشت و به طور معنی داری با دیگر تیمارها

تفاوت داشت. در حالی که تیمارهای دیگر تفاوت معنی داری باهم نداشتند و تفاوت بین تعداد برگ در هر سه تیمار غیر معنی‌دار شد. چن و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که نور سفید فلورسنت به همراه LED قرمز یا آبی باعث رشد بهتر می‌شود. راچاباکسر و شاهک (۲۰۰۷) گزارش کردند که در لامپ‌های فلورسنت امواج قرمز دور هم کمی تولید می‌کنند، اما در LEDها نور تک طول موجی است و هر کدام طیف به خصوص و باریکی را شامل می‌شود(بارتا و همکاران، ۱۹۹۲). کمترین میزان تعداد برگ در تیمار قرمز دیده شد. که بین تیمار قرمز و آبی روی تعداد برگ تفاوتی وجود نداشت. در حالی که بین تیمار فلورسنت با تیمار قرمز و آبی و قرمز-آبی تفاوت معنی داری مشاهده شد(نمودار۱).



نمودار۱. مقایسه میانگین اثر نور ال ای دی بر تعداد برگ آویشن باغی

جوکان و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که نور قرمز سطح برگ کاهو را افزایش می‌دهد. از آنجایی که لامپ‌های فلورسنت مقدار کمی نور قرمز دور تولید می‌کند(راجاپاکسه، ۲۰۰۷)، در آزمایشی نشان دادند که نور قرمز دور از طریق افزایش طول ساقه و افزایش طول و عرض برگ باعث افزایش سطح برگ می‌شود که نتایج حاصله این آزمایش با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان سطح برگ در تیمار نوری فلورسنت وجود داشت و کمترین میزان در تیمار نوری قرمز مشاهده شد. که بین تیمار فلورسنت وآبی روی سطح برگ تفاوتی وجود نداشت همچنین بین تیمارهای قرمز-آبی و قرمز هم تفاوتی دیده نشد. در حالی که بین تیمار فلورسنت و آبی با تیمار قرمز-آبی و قرمز تفاوت معنی داری مشاهده شد(نمودار ۲).



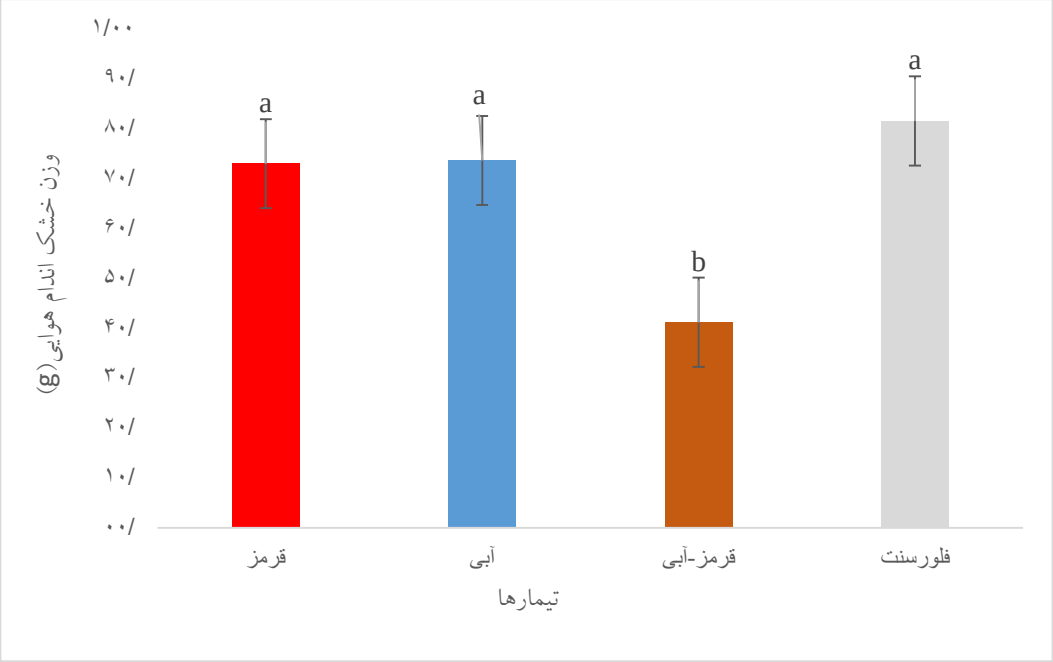
نمودار۲. مقایسه میانگین اثر نور ال ای دی بر سطح برگ آویشن باغی

در تحقیق Frąszczak و همکارانش(۲۰۱٤) بر روی رشد گیاه ریحان و بادرنجبویه انجام دادند، از نور فلورسنت و LED استفاده کردند، نشان دادند که لامپ‌های فلورسنت نسبت به LED ها برای رشد ریحان مفیدتر بودند و گیاه ریحان و بادرنجبویی تحت تیمار فلورسنت با وزن بیشتر وجود داشت. در پژوهشی حیدری زاده و همکاران(۱۳۹۳) روی گیاه نعناع فلفلی مشخص شد که وزن تر نعناع فلفلی در محیط نور قرمز به صورت معنی داری بیشتر از محیط نور آبی بود. در بررسی دیگری جیشی و همکاران(۲۰۱٦) که روی رشد و مورفولوژی کاهو مشخص شد وزن تر شاخساره تیمار نور قرمز بعد از نور آبی به طور قابل توجهی بیشتر از زمانی بود که گیاه تحت نور ترکیبی قرار داشتند. در آزمایشی دیگر که لی و همکاران(۲۰۱۳) انجام دادند معلوم شد وزن تر در نور سفید به همراه نور تکمیلی قرمز و آبی بیشتر از سایر تیمارها افزایش یافت. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان وزن تر اندام هوایی در تیمار نوری فلورسنت و کمترین میزان فاصله میانگره در تیمارنوری قرمز-آبی مشاهده شد. بین تیمار قرمز و آبی و قرمز-آبی روی وزن تر اندام هوایی تفاوتی مشاهده نشد(نمودار ۳). نتایج این تحقیق با نتایج حاصله از تحقیق Frąszczak و همکارانش(۲۰۱٤) مطابقت دارد.وقتی سطح برگ و تعداد برگ در نور سفید بیشتر می‌شود، پس مسلما بر روی وزن تر اندام هوایی تاثیر گذاشتند و باعث افزایش وزن تر اندام هوایی می‌شود.

نمودار ۳. مقایسه میانگین اثر نور ال ای دی بر وزن تر اندام هوایی آویشن باغی

تابش نور LED قرمز بهترین تیمار نوری برای تولید بالای وزن خشک می‌باشد. البته محققین در حال حاضر معتقدند که بهترین نور برای تولید وزن خشک بالا بستگی به رقم و گونه گیاهی متفاوت است. نور LED قرمز بر روی گونه‌های مختلف گیاهی دارای اثرات متغیر می‌باشد(لی و همکاران، ۲۰۱۲). در پژوهشی که چن و همکاران(۲۰۱٤) بر روی کاهو انجام دادند، مشخص شد بیشترین وزن تر و خشک و قطر ساقه مربوط به تیمارهای نوری فلورسنت به همراه نور قرمز و تیمار نوری فلورسنت به همراه نور آبی بود. در کلم چینی نور قرمز باعث افزایش وزن خشک ساقه (لی و همکاران، ۲۰۱۲) و در پژوهش جوکان و همکاران(۲۰۱۰) نور آبی باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه‌ها شده است که این نتایج مخالف نتایج این تحقیق است. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی در تیمار نوری فلورسنت و کمترین میزان در تیمار قرمز-آبی مشاهده شد. بین تیمار نوری قرمز با میانگین و تیمار نوری آبی و فلورسنت روی وزن خشک اندام

هوایی تفاوتی مشاهده نشد. در حالی که بین این تیمارها با تیمار قرمز-آبی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج این تحقیق با نتایج حاصله از آزمایش چن و همکاران(۲۰۱٤) مطابقت دارد و همانطور که در قسمت مقایسه میانگین وزن تر گفتیم در تیمار نوری فلورسنت سطح برگ و تعداد برگ افزایش داشتیم پس در وزن تر و بعد در وزن خشک هم در این تیمار بیشترین میزان را داشتیم(نمودار ٤).



نمودار٤. مقایسه میانگین اثر نور ال ای دی بر وزن خشک اندام هوایی آویشن باغی

لی و کوبوتا (۲۰۰۹) مشخص کردند که نور آبی باعث افزایش ۳۱ درصدی میزاند آنتوسیانین در کاهو نسبت به نور سفید شد و در پژوهشی دیگر نشان دادند که بیشترین مقدار آنتوسیانین کل در گیاهی که تحت تیمار نور آبی می‌باشد، وجود دارد. اثر نور LED آبی باعث کاهش محتوای گلوکوناپین و افزایش گلوکورفانین در کلم چینی شد که باعث حداکثر میزان فنل و آنتوسیانین در نور سفید شد(کیان و همکاران، ۲۰۱٦).در پژوهشی

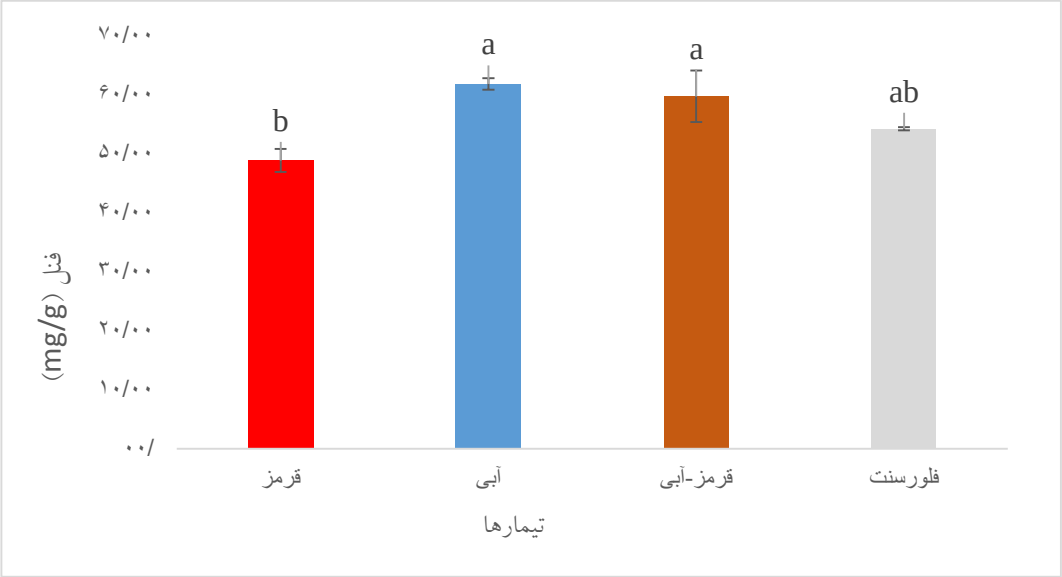
دیگر معلوم شد بیشترین مقدار آنتوسیانین کل در گندم سیاه [۱] که تحت تیمار نور آبی می‌باشد وجود داشت (سئو و همکاران، ۲۰۱۵). در این تحقیق نیز مشخص شد تیمار نوری فلورسنت بر میزان آنتوسیانین نسبت به بقیه تیمارها باعث افزایش این صفت در آویشن باغی شد. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین تحت تیمار نوری فلورسنت و کمترین میزان آنتوسیانین در تیمار نوری قرمز-آبی بود. بین تیمار قرمز و آبی و ترکیب قرمز-آبی روی آنتوسیانین تفاوتی مشاهده نشد. در حالی که بین این ۳ تیمار با فلورسنت تفاوت معنی‌داری وجود داشت(نمودار ۵).

نمودار۵. مقایسه میانگین اثر نور ال ای دی بر آنتوسیانین آویشن باغی

نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در آویشن باغی بیشترین میزان فنل در تیمار نوری آبی و کمترین میزان فنل در تیمار نوری قرمز مشاهده شد. بین تیمار آبی و قرمز-آبی و فلورسنت روی فنل تفاوتی مشاهده نشد. همچنین بین تیمار قرمز و فلورسنت تفاوتی دیده نشد. در حالی که بین تیمار قرمز با تیمار آبی و

[۱] Tartary buckwheat

قرمز–آبی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. (ایزوناس و همکاران (۲۰۱٤) نشان دادند که نور آبی باعث افزایش ترکیبات فنلی و فلاوونوییدها می‌شود که احتمالا به دلیل مقابله گیاهان با تنش در نور آبی می‌باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد اما آزمایش چوی و همکاران (۲۰۱۵) که نشان دادند بیشترین اسیدآمینه و ترکیبات فنلی تحت تیمار نوری قرمز و ترکیب قرمز–آبی بود، نتایجش مخالف این تحقیق بود. از آنجایی که فنل و آنتی‌کسیدان رابطه مستقیم دارند همانطور که در نمودارها مشخص است بیشترین میزان فنل در تیمار نوری آبی مشاهده شده و بیشترین میزان آنتی اکسیدان در تیمار نوری قرمز–آبی دیده شد که اختلاف معنی داری با تیمار نوری آبی نداشت. پس تیمار نور آبی باعث افزایش ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدان‌ها شده است(نمودار ٦).



نمودار٦. مقایسه میانگین اثر نور ال ای دی بر فنل آویشن باغی

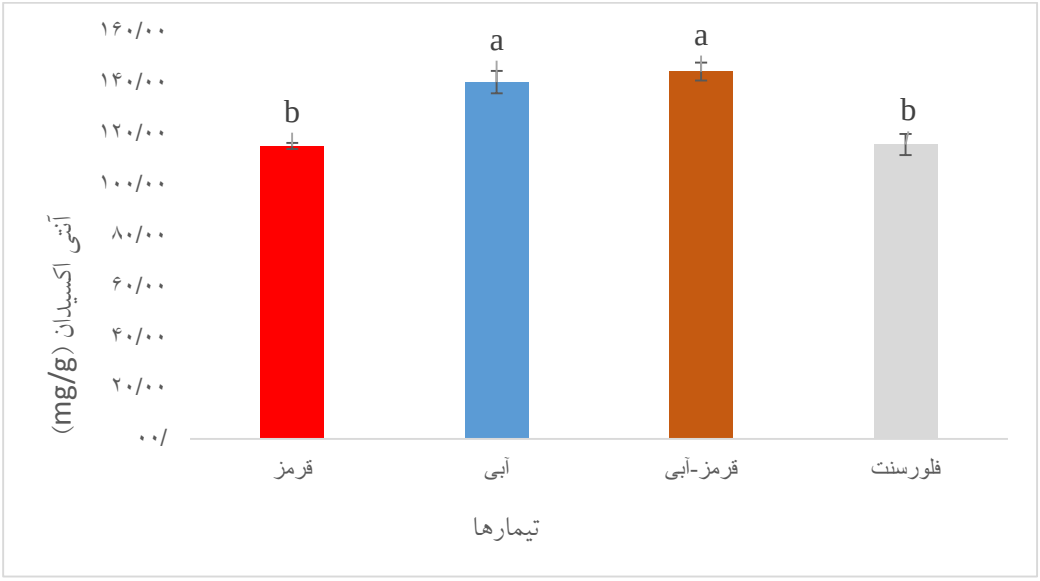
در پژوهشی مشاهده کردند که تیمار نور آبی و سفید باعث افزایش پروتئین زعفران شد ولی در تیمار نوری قرمز، زرد و سبز کمترین میزان پروتئین وجود داشت(وانگ و هکاران، ۲۰۰۹). نتایج به دست آمده از این تحقیقنشان می‌دهد که مقدار پروتئین تحت تاثیر نور سفید قرار گرفته اما گیاهان تحت تیمار نوری آبی و قرمز–آبی هم میزان قابل توجهی پروتئین داشته‌اند. بارو و هکاران(۱۹۸۹) نشان دادند که نور قرمز باعث تجمع کربوهیدرات محلول

و رنگدانه گیاه و تیمار نوری آبی باعث تجمع پروتئین محلول در سویا می‌شود. در آزمایشی لی و همکاران، (۲۰۱۲) نشان دادند که در کلم چینی بالاترین مقدار پروتئین در نور قرمز و کمترین آن در نور قرمز-آبی وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان پروتئین در تیمار نوری فلورسنت و کمترین میزان پروتئین در تیمار نوری قرمز مشاهده شد. بین تیمار فلورسنت و قرمز-آبی و آبی روی پروتئین تفاوتی مشاهده نشد. همچنین بین این تیمارها با تیمار قرمز تفاوت معنی‌داری وجود داشت.آنچه که این تحقیق نشان می‌دهد هر سه تیمار نوری فلورسنت، قرمز-آبی و آبی در آویشن باغی باعث افزایش میزان پروتئین شده است(نمودار ۷). که نتایج این تحقیق با نتایج به دست آمده از آزمایش بارو و همکاران(۱۹۸۹) و وانگ و همکاران(۲۰۰۹) مطابقت دارد ولی مخالف نتایج تحقیق لی و همکاران (۲۰۱۲) شد.

نمودار۷. مقایسه میانگین اثر نور ال ای دی بر پروتئین آویشن باغی

کیان و همکاران (۲۰۱۶) مشخص کردند در کلم چینی نور آبی میزان آنتی اکسیدان را نسبت به نور قرمز افزایش می‌دهد. ووجکاسکا و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که در برگ برنج میزان آنتی اکسیدان در نور آبی بیشتر از نور قرمز بوده است. در آزمایش دیگری مشخص شد که نور LED قرمز میزان آنتی اکسیدان‌های گیاه نخود به

صورت معنی داری تا ۲ برابر افزایش می‌دهد(وو و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که در آویشن باغی بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان در تیمار قرمز-آبی و کمترین میزان آنتی اکسیدان در تیمار قرمز می‌باشد. که بین تیمار آبی و قرمز-آبی و همچنین تیمار فلورسنت و قرمز روی آنتی‌اکسیدان تفاوتی مشاهده نشد. در حالی که بین تیمار آبی و قرمز-آبی با فلورسنت و قرمز تفاوت معنی‌داری وجود داشت(نمودار ۸). نتایج این پژوهش با نتایج پیووین و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد که نشان داد نور LED باعث افزایش مقدار آنتی اکسیدان، فنل و فلاوونوئید نسبت به شاهد در ریحان می‌شود. این تفاوت‌ها ممکن است به خاطر اختلاف در نوع ترکیبات فنلی در گیاهان مختلف و یا نحوه نوردهی متنوع باشد.



نمودار۸. مقایسه میانگین اثر نور ال ای دی بر آنتی‌اکسیدان آویشن باغی

نتیجه گیری کلی

۱-کاربرد نور و کیفیت آن در محیط رشد آویشن باغی روی صفات موفولوژی مانند تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر اندام هوایی و تعداد گره مؤثر بود. در حالی که در صفات مورفولوژیک قطر ساقه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه و ارتفاع اندام هوایی تاثیر نداشت.

۲- بیشترین میزان وزن تر اندام هوایی و مزن خشک اندام هوایی در نور فلورسنت مشاهده شد.

۳- لامپ فلورسنت تعداد برگ و سطح برگ را تحت تاثیر قرار داد و باعث افزایش آن‌ها به بقیه تیمارها شد.

٤- نتایج نشان داد که کیفیت نور با طیف‌های مختلف روی صفات فیزیولوژیک کلروفیل کل، کارتنوئید و فلاوونوئید تاثیر نداشت. در حالی که بر صفات آنتوسیانین، فنل کل، آنتی اکسیدان و پروتئین را تحت تاثیر قرار داد.

۵- نور LED قرمز فنل کل را تحت تاثیر قرار داد و فنل کل در این نور بالاترین میزان را داشت.

٦- نتایج نشان داد که لامپ فلورسنت منجر به افزایش میزان آنتوسیانین نسبت به سایر تیمارها شد.

۷- از نتایج به دست آمده مشخص شد که در نور فلورسنت پروتئین بالاترین میزان خود را دارا بود.

۸- کیفیت نور LEDها آنتی اکسیدان را تحت تاثیر قرار داده و نور LED قرمز-آبی دارای بیشترین میزان آنتی اکسیدان بود.

منابع

۱-مومنی تاج خانم، شاهرخی نوبهار. اسانس‌های گیاهی و اثرات درمانی آنها. انتشارات تهران. ۱۳۷۰.

۲–حیدری زاده، پ.، زاهدی، م. و سبزعلیان، م. ر. (۱۳۹۳) تاثیر نور LED بر عملکرد گیاه، درصد اسانس و میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در نعناع فلفلی (Mentha piperita). فرآیند و کارکرد گیاهی. جلد ۳، شماره ۸.

۳- Barro, F., De La Haba, P., Maldonado, J., & Fontes, A. (۱۹۸۹). Effect of light quality on growth, contents of carbohydrates, protein and pigments, and nitrate reductase activity in soybean plants. *Journal of plant physiology*, ۱۳٤(٥), ٥٨٦-٥٩١.

٤- Bekhradi, R., & Khayat Kashani, M. (۲۰۰٦). Therapeutic applications of essential oils. *Morsal. Kashan*, ۷۳-۷٥.

٥- Burnie, D., Hall, D., & Rose, F. (۱۹۹٥). *Wild Flowers of the Mediterranean: David Burnie; Photograph by Derek Hall; Editorial Consultant Francis Rose*: DK.

٦- Chen, X.-l., Guo, W.-z., Xue, X.-z., Wang, L.-c., & Qiao, X.-j. (۲۰۱٤). Growth and quality responses of 'Green Oak Leaf'lettuce as affected by monochromic or mixed radiation provided by fluorescent lamp (FL) and light-emitting diode (LED). *Scientia Horticulturae*, ۱۷۲, ۱٦۸-۱۷٥.

۷- Choi, H. G., Moon, B. Y., & Kang, N. J. (۲۰۱٥). Effects of LED light on the production of strawberry during cultivation in a plastic greenhouse and in a growth chamber. *Scientia Horticulturae*, ۱۸۹, ۲۲-۳۱.

۸- Fan, X.-X., Xu, Z.-G., Liu, X.-Y., Tang, C.-M., Wang, L.-W., & Han, X.-l. (۲۰۱۳).

۹- Jishi, T., Kimura, K., Matsuda, R., & Fujiwara, K. (۲۰۱٦). Effects of temporally shifted irradiation of blue and red LED light on cos lettuce growth and morphology. *Scientia Horticulturae*, ۱۹۸, ۲۲۷-۲۳۲.

۱۰- Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hashida, S.-n., & Yoshihara, T. (۲۰۱۰). Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. *HortScience*, ٤٥(۱۲), ۱۸۰۹-۱۸۱٤.

۱۱- Lee, N. Y., Lee, M.-J., Kim, Y.-K., Park, J.-C., Park, H.-K., Choi, J.-S., . . . Ko, J.-K. (۲۰۱۰). Effect of light emitting diode radiation on antioxidant activity of barley leaf. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, ٥۳(٦), ٦٨٥-٦۹۰.

۱۲- Letchamo, W., Xu, H., & Gosselin, A. (۱۹۹۵a). Photosynthetic potential of Thymus vulgaris selections under two light regimes and three soil water levels. *Scientia Horticulturae,* ٦٢(١-٢), ٨٩-١٠١.

۱۳- Li, H., Tang, C., & Xu, Z. (۲۰۱۳). The effects of different light qualities on rapeseed (Brassica napus L.) plantlet growth and morphogenesis in vitro. *Scientia Horticulturae,* ١٥٠, ١١٧-١٢٤.

١٤- Li, H., Tang, C., Xu, Z., Liu, X., & Han, X. (٢٠١٢). Effects of different light sources on the growth of non-heading Chinese cabbage (Brassica campestris L.). *Journal of Agricultural Science,* ٤(٤), ٢٦٢.

١٥- Li, Q., & Kubota, C. (٢٠٠٩). Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. *Environmental and Experimental Botany,* ٦٧(١), ٥٩-٦٤.

١٦- Morrow, R. C. (٢٠٠٨). LED lighting in horticulture. *HortScience,* ٤٣(٧), ١٩٤٧-١٩٥٠.

١٧- Morton, J. F. (١٩٧٧). *Major medicinal plants: botany, culture and uses*.

١٨- Mozaffarian, V. (٢٠١٣). *Identification of medicinal and aromatic plants of Iran*: éditeur non identifié.

١٩- Musselman, L. J. (١٩٩٦). Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs, and Cosmetics, ed. ٢. Albert T. Leung, and Steven Foster. *Economic Botany,* ٥٠(٤), ٤٢٢-٤٢٢.

٢٠- Olle, M., & Viršile, A. (٢٠١٣). The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Agricultural and Food Science,* ٢٢(٢), ٢٢٣-٢٣٤.

۲۱- Ouzounis, T., Fretté, X., Rosenqvist, E., & Ottosen, C.-O. (۲۰۱٤). Spectral effects of supplementary lighting on the secondary metabolites in roses, chrysanthemums, and campanulas. *Journal of plant physiology*, ۱۷۱(۱٦), ۱٤۹۱-۱٤۹۹.

۲۲- Piovene, C., Orsini, F., Bosi, S., Sanoubar, R., Bregola, V., Dinelli, G., & Gianquinto, G. (۲۰۱٥). Optimal red: blue ratio in led lighting for nutraceutical indoor horticulture. *Scientia Horticulturae*, ۱۹۳, ۲۰۲-۲۰۸.

۲۳- Qian, H., Liu, T., Deng, M., Miao, H., Cai, C., Shen, W., & Wang, Q. (۲۰۱٦). Effects of light quality on main health-promoting compounds and antioxidant capacity of Chinese kale sprouts. *Food Chemistry*, ۱۹٦, ۱۲۳۲-۱۲۳۸.

۲٤- Rajapakse, N. C., & Shahak, Y. (۲۰۰۷). ۱۲ Light-quality manipulation by horticulture industry. *Annual Plant Reviews, Light and Plant Development*, ۳۰, ۲۹۰.

۲٥- Seo, J.-M., Arasu, M. V., Kim, Y.-B., Park, S. U., & Kim, S.-J. (۲۰۱٥). Phenylalanine and LED lights enhance phenolic compound production in Tartary buckwheat sprouts. *Food Chemistry,* ۱۷۷, ۲۰٤-۲۱۳.

۲٦- Taiz, L., & Zeiger, E. (۲۰۰٦). Plant Physiology Sinauer Associates. *Inc., Sunderland, MA*.

۲۷- Wang, H., Gu, M., Cui, J., Shi, K., Zhou, Y., & Yu, J. (۲۰۰۹). Effects of light quality on CO۲ assimilation, chlorophyll-fluorescence quenching, expression of Calvin cycle genes and carbohydrate accumulation in Cucumis sativus. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology,* ۹٦(۱), ۳۰-۳۷.

۲۸- Wojciechowska, R., Długosz-Grochowska, O., Kołton, A. and Zupnik, M. (۲۰۱٥). "Effects of LED supplemental lighting on yield and some quality parameters of lamb's lettuce grown in two winter cycles". Scientia Horticulturae. ۱۸۷: ۸۰-۸٦.

۲۸- Wu, M.-C., Hou, C.-Y., Jiang, C.-M., Wang, Y.-T., Wang, C.-Y., Chen, H.-H., & Chang, H.-M. (۲۰۰۷). A novel approach of LED light radiation improves the antioxidant activity of pea seedlings. *Food Chemistry,* ۱۰۱(٤), ۱۷۵۳-۱۷۵۸