

بررسی تاثیر نورهای LED آبی، زرد و قرمز بر ماندگاری پس از برداشت فلفل دلمه ای (*Capsicum annum L.*)

سمیه خویطری زاد^{۱*}، اورنگ خادمی^۲، آیت اله سعیدی زاده^۳، محسن رودپیما^۴

^{۱*} - دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شاهد تهران s.kh5086@gmail.com

^۲ - استادیار دانشگاه شاهد تهران - دانشکده کشاورزی - گروه باغبانی

^۳ - استادیار دانشگاه شاهد تهران - دانشکده کشاورزی - گروه گیاهپزشکی

^۴ - استادیار دانشگاه شاهد تهران - دانشکده کشاورزی - گروه خاکشناسی

چکیده:

فلفل دلمه‌ای یکی از مهمترین سبزیجات میوه‌ای به شمار می‌آید و حاوی مواد مغذی موثر می‌باشد. کاهش وزن سریع و چروکیدگی در بازه زمانی برداشت تا مصرف موجب کاهش کیفیت ظاهری و ارزش غذایی آن می‌گردد. همچنین حساسیت بالا به نگهداری در دمای پایین‌تر از ۷ درجه سانتی‌گراد و بروز پوسیدگی‌های آلترناریایی، فوزاریوم و باکتری‌ها از مهمترین مشکلات فلفل دلمه‌ای در مرحله پس از برداشت به شمار می‌آید. در پژوهش حاضر اثر نورهای رنگی LED آبی، قرمز، زرد (با شدت ۵۰ میکرومول بر ثانیه) بر افزایش ماندگاری پس از برداشت فلفل دلمه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. به عنوان شاهد نیز گروهی از فلفل‌ها در تاریکی نگهداری شدند. این آزمایش به صورت طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی در سه تکرار اجراء شد. فلفل‌ها به مدت ۲۱ روز تحت تاثیر تیمارهای نوری در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰٪ نگهداری و در زمان‌های ۷ و ۱۴ و ۲۱ روز بررسی شدند. بر اساس نتایج بدست آمده نورهای LED آبی، زرد و قرمز با افزایش مواد جامد محلول، تسریع رنگ‌گیری فلفل‌ها و کاهش شدت بیماری در افزایش کیفیت و ماندگاری فلفل‌ها اثر معنی‌داری داشتند. بنابراین استفاده از نورهای LED با کنترل بیماری و بهبود رنگ‌گیری می‌تواند به طور معنی‌داری در افزایش پس از برداشت فلفل دلمه‌ای موثر باشد.

کلمات کلیدی: فلفل دلمه‌ای، کیفیت پس از برداشت، مواد جامد محلول، نورهای LED آبی قرمز و زرد،

۱ مقدمه:

محصولات باغبانی شامل میوه‌ها، سبزیها و گیاهان زینتی موجودات زنده‌ای بوده که در پس از برداشت نیز به زندگی خود ادامه می‌دهند. این گیاهان تا زمانی که به گیاه مادری متصل هستند، موادی را که در اثر واکنش‌های متابولیکی از دست می‌دهند و غالباً شامل قندها، اسیدهای آمینه و آب می‌شوند، از طریق گیاه مادری جبران می‌کنند. ولی در پس از برداشت تأمین این مواد از طریق استفاده از مواد ذخیره‌ای محصول صورت می‌گیرد و این امر باعث فساد و زوال محصول می‌شود (اثنی عشری و زکایی، ۱۳۸۷). همچنین اکثر محصولات باغبانی به دلیل ویژگی‌هایشان از زمان برداشت تا زمان مصرف ضایعاتی از لحاظ کمیت و کیفیت خواهند داشت. میزان این ضایعات بسته به نوع محصول متفاوت است. ضایعات نتیجه عدم توجه به شیوه‌های درست جابجایی محصولات پس از برداشت، حمل و نقل و بازار رسانی محصولات است (راحمی، ۱۳۸۵). از مهمترین مشکلات قبل از برداشت میوه فلفل دلمه‌ای می‌توان به انواع پوسیدگی قارچی، آفتاب سوختگی، اختلالات فیزیولوژیکی و پوسیدگی گلگاه اشاره کرد اما به طور کلی تلفات قبل از برداشت این محصول نسبت به سایر محصولات کمتر می‌باشد (دانشور، ۱۳۷۹). این محصول به دلیل داشتن نسبت سطح به حجم زیاد،

تلفات رطوبتی بسیار بالایی نسبت به سایر محصولات دارد. از جمله مشکلات پس از برداشت این محصول، می توان به نرم شدن و پلاسیدگی سریع که در اثر کاهش فشار تورژسانس و فروپاشی ساختمان نشاسته و تغییرات شیمیایی دردیواره سلولی اشاره کرد (Ramana et al., 2011). بنابراین تغییر رنگ در طی انبارداری، کاهش سفتی، تغییرات کیفی در میوه و آلودگی های قارچی باعث افزایش ضایعات و کاهش بازاریابی این محصول در انبار می گردد (Nyanjago et al., 2005). همچنین تلفات شدید رطوبتی در این محصول باعث کاهش صادرات می گردد زیرا مصرف کننده محصولی را می پسندد که از طراوت و شادابی بالایی برخوردار باشد (Ramana et al., 2011). با توجه به اینکه تولید فلفل دلمه ای در ایران رواج زیادی دارد و انواع گلخانه ای آن دارای مصرف قابل توجهی است. ولی در زمینه پس از برداشت میوه فلفل دلمه ای پژوهش چندان صورت نگرفته است و بنابراین ضایعات آن بالا می باشد. بنابراین هرگونه روشی که باعث حفظ کیفیت و شادابی فلفل دلمه ای گردد به انبارداری و بازاریابی این محصول کمک فراوانی خواهد نمود. کاربرد نور LED یکی از تمهیدات مهم تجاری جهت افزایش عمر پس از برداشت میوه ها و سبزیجات است (Cho et al., 2008). لامپ های LED یکی از فناوری های مدرنی هستند که کاربرد فراوان و سودمندی در صنایع غذایی و کشاورزی پیدا کرده اند. از جمله مزایای مرتبط با LED ها، ایجاد نور تک رنگ، انتشار نور با پهنای باند بالا، تولید حرارت کم، دوام و عمر مفید بالا، هزینه تولید پایین، مقاوم بودن و ایمنی بالای آنهاست که آنها را تبدیل به یک کاندید جذاب برای حفاظت از محصولات کشاورزی در پس از برداشت نموده است (Barta et al., 2014). کاربرد نور LED آبی در گوجه فرنگی منجر به افزایش میزان محصول، افزایش کیفیت میوه ها و افزایش مقاومت در برابر بیماری های پس از برداشت در انبار می گردد. همچنین کاربرد نور LED قرمز در گوجه فرنگی سبز منجر به افزایش میزان لیکوپن و رنگ گیری، بهبود فرایند رسیدن و افزایش سفتی میوه ها شده است (Liu et al., 2009). ما و همکاران نشان دادند در میوه های مرکبات کاربرد نور LED قرمز، منجر به افزایش میزان کاروتنوئیدها به ویژه بتاکاروتن گردید در حالی که کاربرد نور آبی تأثیر معنی داری در میزان کاروتنوئید نداشت (Ma et al., 2012). در پژوهشی دیگر ما و همکاران گزارش نمودند کاربرد نورهای آبی و قرمز LED منجر به افزایش مقدار اسید آسکوربیک و کلروفیل، حفظ کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت کلم بروکلی گردید (Ma et al., 2014). در مطالعه ای که توسط آهن و همکاران صورت گرفت گزارش شد کاربرد نور LED قرمز و آبی منجر به کاهش بیماری کپک خاکستری در میوه گوجه فرنگی گردید (Ahn et al., 2014).

۲. مواد و روشها:

۱.۲. نحوه اعمال تیمار

این آزمایش نیمه دوم سال ۹۶ و در آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد انجام شد. در این پژوهش فلفل دلمه ای با رنگ سبز مرحله بلوغ باغبانی (در اندازه کامل) از گلخانه ای واقع در استان تهران، شهرستان ورامین خریداری و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید. برای انجام این آزمایش، از فلفل دلمه ای های سالم و یکنواخت استفاده شد.

تیمارهای اعمال شده در این آزمایش شامل نورهای رنگی LED در سه رنگ (زرد، آبی، قرمز) و تیمار تاریکی به عنوان شاهد، جمعاً ۴ تیمار بود. میوه های فلفل دلمه ای برداشت شده در سردخانه با دمای ۱۰ درجه سانتی گراد توسط لامپ های LED (توان ۵ وات، ولتاژ ۲۲۰-۲۴۰ ولت، شار نوری ۳۵۰ لومن، نوع سرپیچ GU5.3) با شدت ۵۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه توسط دستگاه نورسنج در سه رنگ زرد، قرمز و آبی تیمار شدند.

۲.۲. صفات مورد بررسی:

۲.۲.۱. سفتی بافت

سفتی بافت هر فلفل دلمه ای را با استفاده از دستگاه سفتی سنج دستی (مدل FT-011) با قطر پروپ ۴ میلی متر اندازه گیری و میانگین آن ها به عنوان استحکام یا مقدار سفتی بافت فلفل دلمه ای بیان گردید.

۲.۲.۲ میزان کل مواد جامد محلول (TSS)

برای اندازه گیری مقدار مواد جامد محلول فلفل دلمه‌ای از دستگاه رفراکتومتر (مدل VBR80 ساخت تایوان) استفاده شد. بدین صورت که یک قطره از آب فلفل دلمه‌ای بر روی منشور رفراکتومتر قرار داده شد و عدد قرائت شده توسط رفراکتومتر بیانگر میزان مواد جامد محلول موجود در فلفل دلمه‌ای است.

۲.۲.۳ خصوصیات رنگ

برای اندازه گیری شاخص های رنگ L^* ، a^* و b^* از دستگاه رنگ سنج (مدل A TES135 ساخت کشور تایوان) استفاده شد. چندین نقطه از هر فلفل دلمه‌ای به صورت تصادفی توسط رنگ سنج مورد اندازه گیری قرار گرفت و خصوصیات رنگ L^* ، a^* ، b^* ، CIE یادداشت گردید. a^* بیانگر رنگ سبز- قرمز است. مقادیر منفی نشان دهنده رنگ سبز و مقادیر مثبت رنگ قرمز را نشان می دهند. b^* بیانگر رنگ زرد- آبی است. مقادیر منفی نشان دهنده رنگ زرد و مقادیر مثبت رنگ آبی را نشان می دهند. L^* نشان دهنده میزانی درخشندگی است. $L^* = 0$ نشان دهنده رنگ تیره و $L^* = 100$ معرف رنگ روشن (سفید) است.

۴.۲ طرح آماری و آنالیز داده‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل دو عامله در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل تیمار نور و زمان بررسی بود.

۳. نتایج و بحث:

۳.۱ سفتی بافت

با توجه به نتایج، زمان بررسی در سطح احتمال ۱٪ تأثیر معنی‌داری روی مقدار سفتی و استحکام بافت فلفل دلمه‌ای‌ها مورد آزمایش داشتند. ولی تیمار نورهای رنگی LED بین زمان بررسی تأثیر معنی‌داری بر میزان استحکام بافت نمونه‌ها نداشتند.

نتایج مقایسه میانگین، نشان داد که با گذشت زمان مقدار سفتی بافت نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (نمودار ۳-۱). نمونه‌ها در زمان برداشت دارای کمترین مقدار سفتی بودند و بیشترین مقدار سفتی در زمان ۷ روز مشاهده گردید. با انبارداری فلفل مقدار سفتی افزایش معنی‌داری داشت ولی بین زمانهای ۷، ۱۴ و ۲۱ روز اختلاف معنی‌داری از نظر سفتی مشاهده نشد. شکل ظاهری و بافت فلفل دلمه‌ای اغلب جزء اولین ویژگی‌هایی است که مصرف‌کننده به آن توجه می‌کند. بنابراین حفظ سفتی بافت محصول در پس از برداشت از اهمیت بالایی برخوردار است (De Ketelaere et al., 2006). یکی از مهم‌ترین مشخصه‌هایی که برای تعیین کیفیت و عمر انبارمانی میوه و سبزی‌ها استفاده می‌شود، میزان تنفس و کاهش سفتی در طی دوران انبارداری است. بر اساس گزارش مانینگ، نرم‌شدن میوه‌ها ناشی از هم‌پاشیدگی ترکیبات دیواره سلولی، مخصوصاً پکتین‌ها، به‌وسیله فعالیت آنزیم پلی‌گالاکتروناز، است (Manning, 1993).

۳.۲ مواد جامد محلول

بر اساس نتایج بدست آمده، زمان بررسی در سطح احتمال ۱٪ و تیمار نورهای رنگی LED در سطح احتمال ۵٪ تأثیر معنی‌داری روی مقدار مواد جامد محلول موجود در فلفل دلمه‌ای‌ها مورد آزمایش داشتند ولی برهمکنش بین زمان و تیمار بر آن معنی‌دار نبود.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که نمونه های تحت تیمار نورهای قرمز و زرد دارای مقدار مواد جامد محلول بیشتری از نمونه های شاهد بودند ولی بین نور آبی با شاهد از نظر مقدار مواد جامد محلول مشاهده نشد در این بین اثر تیمار نورهای LED آبی، زرد، قرمز به طور معنی داری بیشتر از شاهد (تاریکی مطلق) در افزایش مواد جامد محلول بود و همچنین؛ اختلاف معنی داری بین تمامی تیمارها با شاهد وجود داشت.

L* و b*، a* شاخص های رنگی

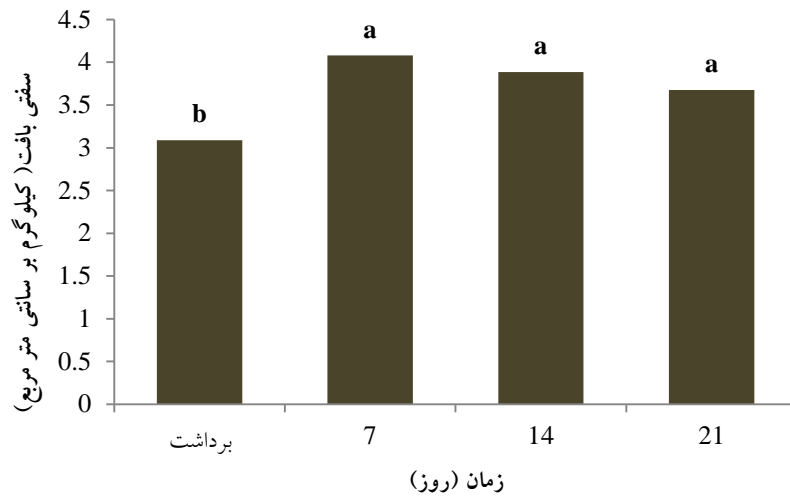
با توجه به نتایج بدست آمده، اثر تیمارهای نورهای LED قرمز، آبی، زرد زمان بررسی و همچنین اثر برهمکنش بین زمان و تیمارها بر شاخص a^* در سطح یک درصد معنی دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با گذشت زمان مقدار a^* افزایش پیدا کرد. پایین ترین مقدار a^* مربوط به تاریکی مطلق (شاهد) و بیشترین مقدار a^* در نمونه های تیمار شده با نور LED زرد مشاهده گردید. بررسی تیمار نورهای LED رنگی در طول زمان نیز نشان داد که در بررسی های زمان ۷ روز، کمترین مقدار شاخص a^* مربوط به نمونه های نور فرابنفش و بالاترین مقدار a^* مربوط به نمونه های تیمار شده با نور LED زرد مشاهده شد. در بررسی ۱۴ روز نشان داد که بالاترین مقدار a^* در فلفل دلمه ای های تیمار شده با نور LED زرد بود و کمترین مقدار a^* مربوط به نمونه های شاهد (بدون اعمال تیمار نوری تاریکی مطلق) بود و در بررسی روز ۲۱ بالاترین مقدار a^* در نمونه های تیمار شده با نور LED زرد بود و کمترین مقدار a^* مربوط به شاهد (بدون اعمال تیمار نوری تاریکی مطلق) مشاهده گردید.

نتایج نشان داد، اثر تیمارهای نورهای LED رنگی زمان و همچنین برهمکنش بین زمان و تیمارها بر شاخص b^* در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد.

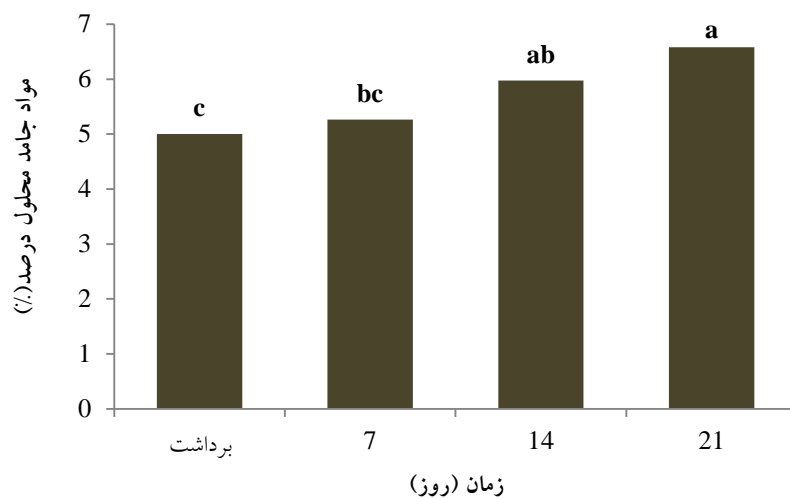
نتایج مقایسه میانگین نشان داد که باگذشت زمان بر میزان شاخص b^* افزوده شد. برهمکنش تیمار نورهای LED رنگی در طول زمان نشان داد که در زمان ۷ روز بیشترین b^* در نمونه های شاهد و کمترین مقدار b^* در نمونه های نور LED آبی مشاهده شد. در روز ۱۴ بررسی ها نشان داد که بیشترین مقدار b^* مربوط به فلفل های تحت تیمار نور زرد و کمترین آن در نمونه های شاهد مشاهده شد و همچنین در ۲۱ روز بیشترین مقدار b^* مربوط به فلفل های تحت تیمار نور زرد بود.

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای نورهای LED قرمز، آبی، زرد و زمان بررسی و همچنین اثر برهمکنش بین زمان و تیمارها بر شاخص L^* در سطح یک درصد معنی دار بود.

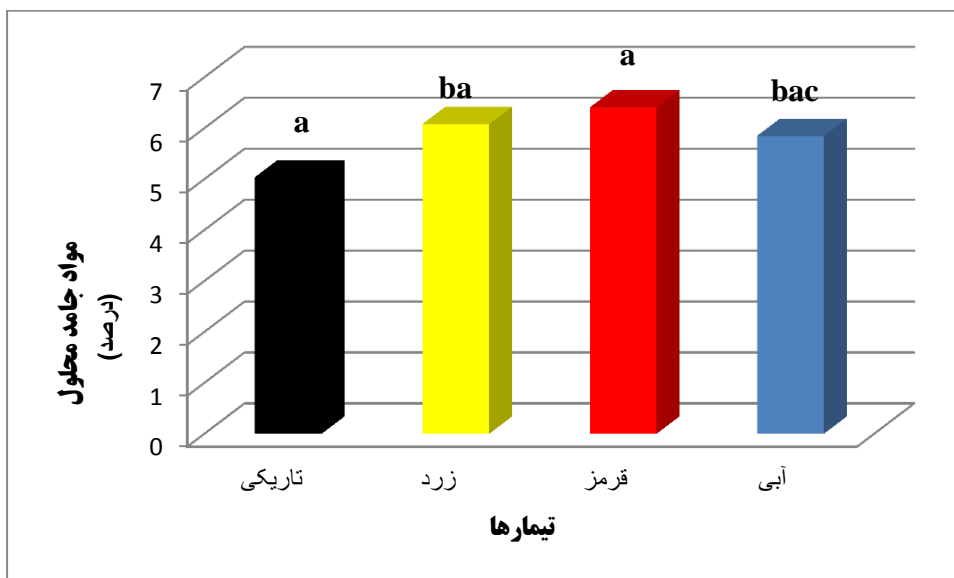
نتایج مقایسه میانگین نشان داد که باگذشت زمان میزان شاخص L^* کاهش یافت. اثر برهمکنش تیمار نورهای LED رنگی و فرابنفش در طول زمان نشان داد که در زمان ۷ روز بیشترین L^* در نمونه های نور آبی و کمترین مقدار L^* در نمونه های نور LED زرد مشاهده شد. در روز ۱۴ بررسی ها نشان داد که بیشترین مقدار L^* مربوط به فلفل های تحت تیمار نور زرد، و کمترین آن در نمونه های شاهد مشاهده شد و همچنین در ۲۱ روز بیشترین مقدار L^* مربوط به نمونه های شاهد و کمترین آن در تیمار نور زرد و آبی بود.



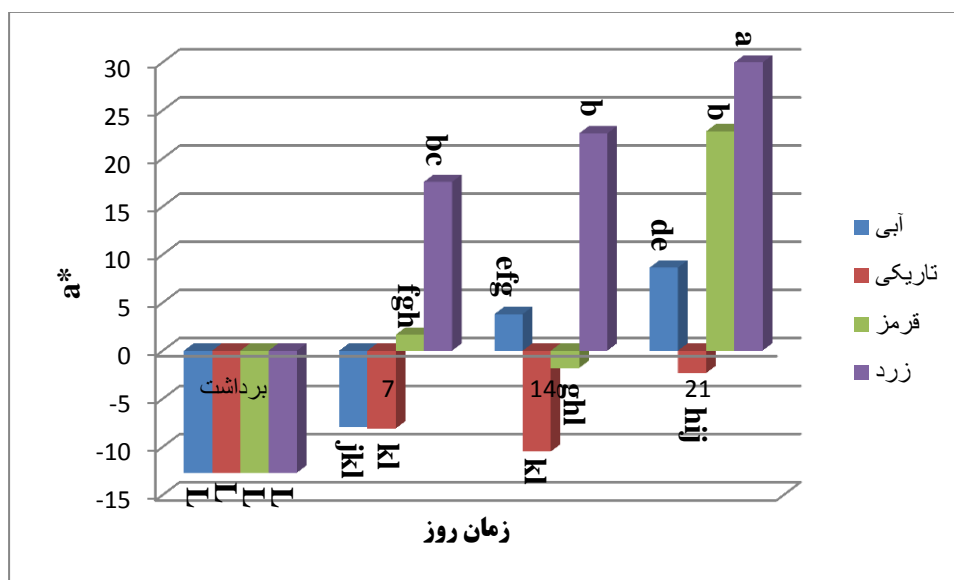
نمودار ۱: اثر زمان بر میزان سفتی بافت فلفل دلمه‌ای. داده‌های با حروف مشابه در نمودار فاقد اختلاف معنی‌دار نسبت به هم در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.



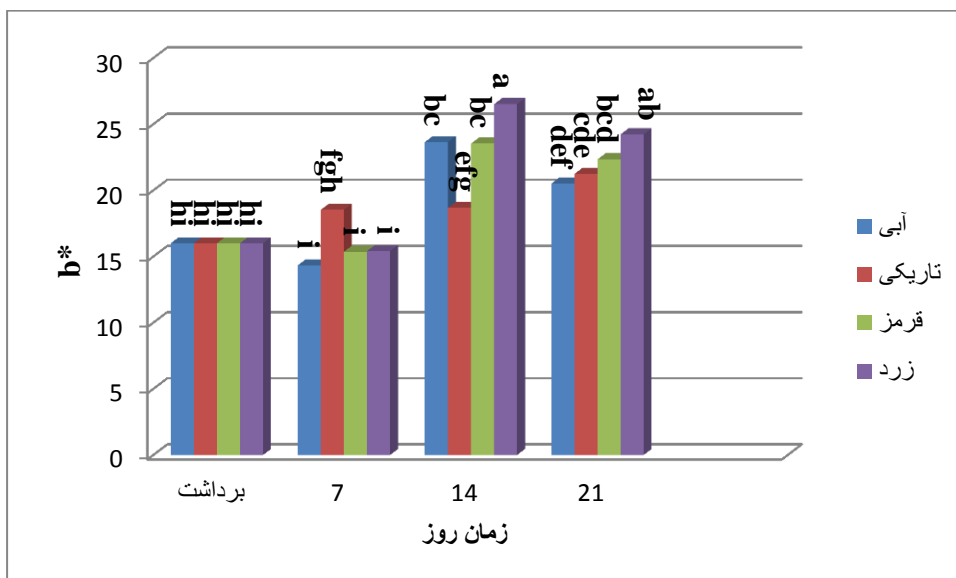
نمودار ۲: اثر زمان بررسی بر مقدار مواد جامد محلول فلفل دلمه‌ای. داده‌های با حروف مشابه در نمودار فاقد اختلاف معنی‌دار نسبت به هم در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.



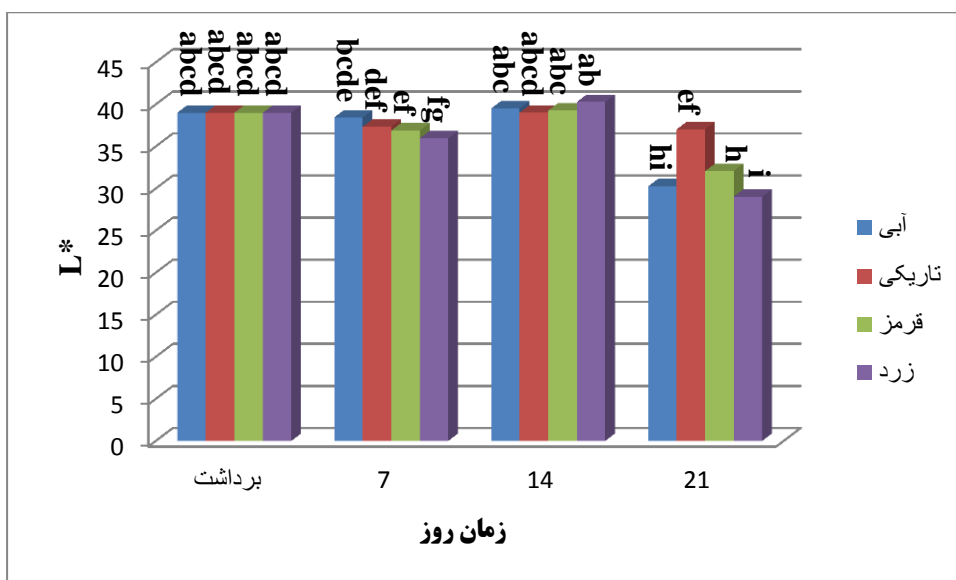
نمودار ۳: اثر تیمار نورهای رنگی LED و زمان بر مقدار مواد جامد محلول فلفل دلمه ای. داده‌های با حروف مشابه در نمودار فاقد اختلاف معنی‌دار نسبت به هم در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.



نمودار ۴: اثر برهمکنش تیمار نورهای رنگی LED و زمان بررسی بر شاخص a^* فلفل دلمه ای. داده‌های با حروف مشابه در نمودار فاقد اختلاف معنی‌دار نسبت به هم در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.



نمودار ۵. اثر برهمکنش تیمار نورهای رنگی LED و زمان بررسی بر شاخص b^* فلفل دلمه ای. داده‌های با حروف مشابه در نمودار فاقد اختلاف معنی‌دار نسبت به هم در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.



نمودار ۶. اثر برهمکنش تیمار نورهای رنگی LED و زمان بررسی بر شاخص L^* فلفل دلمه ای. داده‌های با حروف مشابه در نمودار فاقد اختلاف معنی‌دار نسبت به هم در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.

۴. نتیجه گیری:

فلفل دلمه‌ای از مهمترین سبزیجات تیره سبب‌زمینی به شمار می‌آید و حاوی مواد مغذی موثر بر پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها می‌باشد. چروکیدگی، سرعت بالای کاهش آب طی حمل و نقل و بازرسانی در این محصول در بازه زمانی برداشت تا عرضه به مصرف کننده موجب کاهش کیفیت ظاهری و ارزش غذایی آن می‌گردد و همچنین حساسیت بالا به نگهداری در دمای پایین‌تر از ۷ درجه سانتی‌گراد و بروز پوسیدگی‌های قارچی و باکتریایی که می‌تواند از مهمترین مشکلات فلفل دلمه‌ای در مرحله پس از برداشت به شمار می‌آید. نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد که نورهای رنگی LED منجر به کنترل بهتر جمعیت باکتری و قارچ فلفل دلمه‌ای در شرایط پس از برداشت شدند و مقاومت سیستمیک گیاه را در مقابل پاتوژن‌های قارچی و باکتریایی مختلف افزایش دهد و باعث افزایش مدت نگهداری شد و همچنین نور LED آبی به عنوان یک ترکیب ضد باکتری عمل نموده و رشد باکتریها را غیر فعال می‌کند. همچنین می‌تواند منجر به افزایش عمر قفسه ای در پس از برداشت و تاخیر در نرم شدن و رسیدن میوه‌ها گردد.

بر اساس نتایج نور LED آبی، زرد و قرمز سبب افزایش رنگ گیری بهتر در فلفل دلمه‌ای مؤثر بود. عرضه محصولات به صورت ارگانیک (بدون استفاده از مواد شیمیایی) امروز رو به گسترش بوده و ارزش تجاری بالایی دارد. یکی از مشکلات عرضه محصولات شیوع عوامل بیماری‌زا می‌باشد که استفاده از تیمارهای شیمیایی در کنترل آنها باعث آسیب به سلامتی انسان می‌شود. بنابراین استفاده از تیمارهای فیزیکی از جمله تیمار نورهای رنگی LED قابل توصیه می‌باشد.

قدردانی و تشکر:

از تمامی دوستانی که مرا در این راه کمک و راهنمایی نمودن تشکر دارم و همچنین از جناب آقای بنیادی مدیر سردخانه کرینگو بسیار سپاسگزاریم و از خداوند متعال برای ایشان و همکاران گرانقدرشان توفیق روز افزون خواستاریم. با تقدیم شایسته ترین احترامات

- (۱) منابع: (۱) اثنی عشری، م و م. زکایی خسرو شاهی. ۱۳۸۷. فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. صفحه ۶۵۸.
- (۲) دانشور، م.، ۱۳۷۹، سبزیکاری، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، صفحه ۲۰۲
- (۳) راحمی، م. ۱۳۸۷. فیزیولوژی پس از برداشت، مقدمه ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه، سبزی ها و گیاهان زینتی (ترجمه). شیراز. دانشگاه شیراز. ۴۳۷ صفحه.

- Ahn, S. Y., Kim, S. A., & Yun, H. K. (2015). Inhibition of *Botrytis cinerea* and accumulation of stilbene compounds by light-emitting diodes of grapevine leaves and differential expression of defense-related genes. *European journal of plant pathology*, 143(4), 753-765.
- Barta D.J., Tibbitts, T.W. Bula R.J. and Morrow, R.C. (1992) "Evaluation of light emitting diode characteristics for a space-based plant irradiation source". *Adv. Space Res.*, 12(5): 141-149.
- Cho, J. Y., Son, D. M., Kim, J. M., Seo, B. S., Yang, S. Y., Bae, J. H., & Heo, B. G. (2008). Effect of LED as light quality on the germination, growth and physiological activities of broccoli sprouts. *Journal of Bio-Environment Control*.
- De Ketelaere, B., Howarth, M. S., Crezee, L., Lammertyn, J., Viaene, K., Bulens, I. & De Baerdemaeker, J. 2006. Postharvest Firmness Changes As Measured By Acoustic And Low-Mass Impact Devices: A Comparison Of Techniques. *Postharvest Biology And Technology*, 41, 275-284.
- Liu, L. H., Zabaras, D., Bennett, L. E., Aguas, P., & Woonton, B. W. (2009). Effects of UV-C, red light and sun light on the carotenoid content and physical qualities of tomatoes during post-harvest storage. *Food Chemistry*, 115(2), 495-500.
- Manning, K. 1993. *Soft Fruit. Biochemistry Of Fruit Ripening*. Springer Ma, G., Zhang, L., Setiawan, C. K., Yamawaki, K., Asai, T., Nishikawa, F., ... & Kato, M. (2014). Effect of red and blue LED light irradiation on ascorbate content and expression of genes related to ascorbate metabolism in postharvest broccoli. *Postharvest Biology and Technology*, 94, 97-103.
- Ma, G., Zhang, L., Kato, M., Yamawaki, K., Asai, T., Nishikawa, F., ... & Kamisako, T. (2012). Effect of electrostatic atomization on ascorbate metabolism in postharvest broccoli. *Postharvest Biology and Technology*, 74, 19-25
- Nyanjage, M.O., Nyalala, S.P.O., Illa, A.O., Mugo, B.W., Limbe, A.E. and Valimu, E.M. (2005). Extending post-harvest life of sweet pepper (*Capsicum*
- Rajapakse N.C. and Shahak, Y. (2007) "Light-quality manipulation by horticultur industry". pp 290-310. In: G.C. Whitelam, K.J. Halliday (Eds), *Light and plant development*. Wiley-Blackwell.
- Ramana, T.V.R., Neeta, B.G. and Khlana, K.S. (2011). Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annum L.*). *Scientia Horticulturae*, 132: 18-26.