

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی باغبانی - درختان میوه

# بررسی دمای مناسب و ظروف بسته بندی بر عمر انبارمانی و صفات کیفی و کمی میوه زرشک تازه (*Berberis vulgaris*)

نگارنده: فائزه کیوانی

اساتید راهنما

دکتر حجت اله بدایق

دکتر بهرام عابدی

استاد مشاور

دکتر مهدی رضایی

اسفند ۱۴۰۰

شماره: ۱۰۶  
تاریخ: ۱۴۰۱/۱/۲۹

شماره:  
تاریخ:  
ویرایش:

باسمه تعالی  
فرمهای ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد  
مربوط به ورودی های ۹۴ به بعد

مدیریت تحصیلات تکمیلی



تاریخ و امضاء و مهر دانشکده

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده

### فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم فائزه کیوانی با شماره دانشجویی ۹۸۱۰۳۸۴ رشته مهندسی باغبانی گرایش درختان میوه تحت عنوان بررسی دمای مناسب و ظروف بسته بندی بر عمر انبار مانی و صفات کیفی و کمی میوه زرشک تازه (*Berberis vulgaris*) که در تاریخ ۱۱ اسفندماه ۱۴۰۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار شد به شرح ذیل اعلام می گردد:

| (الف) درجه عالی: نمره ۱۹-۲۰ <input type="checkbox"/> (ب) درجه خیلی خوب: نمره ۱۸-۱۹/۹۹ <input type="checkbox"/><br>(ج) درجه خوب: نمره ۱۶-۱۷/۹۹ <input type="checkbox"/> (د) درجه متوسط: نمره ۱۴-۱۵/۹۹ <input type="checkbox"/><br>(ه) کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول و نیاز به دفاع مجدد دارد <input type="checkbox"/><br>نوع تحقیق: نظری <input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> |                      |            |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|-------|
| عضو هیأت داوران                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | نام و نام خانوادگی   | مرتبه علمی | امضاء |
| ۱- استاد راهنمای اول                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | دکتر حجت اله بدایق   | استادیار   |       |
| ۲- استاد راهنمای دوم                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | دکتر بهرام عابدی     | استادیار   |       |
| ۳- استاد مشاور                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | دکتر مهدی رضایی      | دانشیار    |       |
| ۴- استاد داور اول                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | دکتر زیبا قسیمی حق   | استادیار   |       |
| ۵- استاد داور دوم                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | دکتر حسن خوش قلب     | استادیار   |       |
| ۶- نماینده تحصیلات تکمیلی                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | دکتر حمیدرضا صمدلویی | استادیار   |       |

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:



به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگان

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین

روزگار ان بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریادس است و سرگردانی و ترس در پناهشان

به شجاعت می گراید

و به پاس محبت بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کنند

این مجموعه را به مادر و پدر عزیزم تقدیم می کنم

## تشکر و قدردانی

از اساتید گرامیم جناب آقای دکتر حجت‌الهدایتی و دکتر بهرام علبدی بسیار

سپاسگذارم چرا که بدون راهنمایی‌های آنان تامین این پایان‌نامه بسیار مشکل می‌نمود

و از جناب آقای دکتر مهدی رضایی که مشاورهای ایشان بسیاری از سختی‌ها را

برایم آسانتر نمود کمال تشکر را دارم.

# تعمدنامه

اینجانب فائزه کیوانی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی باغبانی گرایش درختان میوه دانشکده مهندسی کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه بررسی دمای مناسب و ظروف بسته بندی بر عمر انبار مانی و صفات کیفی و کمی میوه زرشک تازه (*Berberis vulgaris*) تحت راهنمایی دکتر حجت اله بدایق و دکتر بهرام عابدی متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « **Shahrood University of Technology** » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

## تاریخ

### امضای دانشجو

#### مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود. استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

## چکیده

زرشک یکی از مهم‌ترین محصولات اقتصادی استان خراسان جنوبی است. که محصول تازه زرشک تنها در یک بازه زمانی کوتاهی در بازار عرضه می‌شود بنابراین این پژوهش به منظور بررسی اثر دما و بسته بندی بر ماندگاری زرشک تازه انجام گرفت. زرشک های تازه برداشت شده در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه فاکتور شامل نوع بسته بندی (ظروف پلی اتیلن منفذدار (Poly-M)، ظروف پلی اتیلن بدون منفذ (Poly-P)، فیلم های پلی اتیلن زیپ دار (Pack-Z)، دماهای مختلف نگهداری (۲، ۴، ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد) و زمان نمونه برداری (با فواصل زمانی ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز) بسته بندی و بررسی شدند. در هر بسته بندی ۱۰۰ گرم زرشک تازه خوشه ای قرار داده شد. در طول دوره نگهداری، صفات فیزیکی و شیمیایی شامل درصد کاهش وزن، درصد پوسیدگی، اسید قابل تیتراسیون (TA)، میزان مواد جامد محلول (TSS)، عصاره میوه، نشت الکترولیت، محتوای آنتوسیانین، ویتامین ث، فنل کل، فعالیت آنتی اکسیدان، مولفه های رنگ، فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی از جمله کاتالاز، آنزیم آسکوربات پراکسیداز، آنزیم پلی فنل اکسیداز اندازه گیری شدند. درصد پوسیدگی در نمونه های نگهداری شده در دماهای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد در بسته بندی های Poly-P و Pack-Z مشاهده شد و به دلیل پوسیدگی موجود در آنها این بسته بندی ها از آزمایش حذف شدند. درصد کاهش وزن در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود و کمترین کاهش وزن مربوط به Pack-Z در دمای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد در مدت زمان انبارمانی ۱۲۰ روز به میزان ۱۰/۵۲ و ۱۰/۴۱ درصد مشاهده گردید. در میزان پی اچ اختلاف معنی دار محسوسی وجود نداشت و کمترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون هم مربوط به بسته بندی Poly-P در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۳/۱ درصد است و میان سایر تیمارهای اختلاف معنی داری وجود نداشت. با توجه به افزایش میزان مواد جامد محلول در طول زمان نگهداری بیشتر میزان مواد جامد محلول در دماهای انجماد مربوط به Poly-M در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۲۴/۹ درجه بریکس و در دما بالا صفر مربوط به Poly-M در دمای ۲ درجه سانتی گراد است و برای کمترین مقدار هم اثر معنی داری در دماهای انجماد مشاهده نشد. در صفت شاخص طعم در پایان دوره آزمایش اختلاف معنی داری در دما انجماد مشاهده نشد و در دما بالا صفر بیشترین میزان در ۹۰ روز انبارمانی مربوط به Poly-M در دمای ۲ درجه سانتی گراد است. کمترین مقدار نشت الکترولیت مربوط به بسته بندی Pack-Z در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد در مدت زمان ۶۰ روز به میزان ۳/۷ بود و با بیشتر شدن مدت زمان انبارمانی میزان نشت یونی هم به طور معنی داری افزایش

پیدا کرد و در پایان دوره آزمایش بیشترین میزان نشت الکتrolیت مربوط به Poly-M در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۳۳/۴۷ درصد است. بیشترین مقدار آنتوسیانین در پایان ۱۲۰ روز آزمایش، مربوط به Poly-P در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان ۱۳/۸۳ میکرو مول بر گرم مشاهده شد. بیشترین میزان ویتامین ث در پایان دوره آزمایش در دماهای بالای صفر (۹۰ روز) اختلاف معنی داری وجود نداشت و در دماهای انجماد (۱۲۰ روز) بیشترین میزان مربوط به بسته بندی Pack-Z در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان ۶۴/۸۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر بود. بیشترین میزان فنل و فعالیت آنتی اکسیدانی در آخرین دوره آزمایش (۱۲۰ روز) بسته بندی Poly-M و Pack-Z در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد بود. در مورد فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در آخرین دوره آزمایش، کمترین فعالیت آنزیم PPO مربوط به Poly-P در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد و در دمای بالا صفر در دما ۴ درجه سانتی گراد فعالیت آنزیم به نسبت دمای ۲ درجه سانتی گراد کمتر است. در آنزیم APX کمترین فعالیت مربوط به Pack-Z در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد است. در مولفه های رنگی در طی مدت زمان انبارمانی کروما افزایش و روشنایی (L) کاهش پیدا می کند. هيو تا مدت زمان ۹۰ روز انبارمانی افزایش یافته و بعد از آن کاهش می یابد.

به طور کلی بسته بندی Pack-Z در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد و Pack-P در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد عملکرد بهتری در طی مدت زمان انبارمانی داشتند. در دمای بالای نقطه انجماد، بسته بندی Poly-M در دمای ۲ درجه سانتی گراد عملکرد بهتری در طی مدت زمان انبارمانی زرشک تازه نشان داد.

**کلمات کلیدی:** بسته بندی، حفظ کیفیت، دمای نگهداری، زرشک تازه، عمر پس از برداشت، فعالیت آنتی اکسیدانی، ویژگی های فیزیکوشیمیایی

# فهرست مطالب

|    |                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------|
| ج  | فهرست جداول                                                  |
| د  | فهرست اشکال                                                  |
| ۱  | فصل ۱ : مقدمه و کلیات                                        |
| ۲  | ۱-۱ مقدمه .....                                              |
| ۳  | ۱-۱-۱ اهداف پژوهش .....                                      |
| ۳  | ۲-۱ منشا .....                                               |
| ۴  | ۳-۱ گیاهشناسی .....                                          |
| ۴  | ۴-۱ خواص دارویی و ترکیبات شیمیایی .....                      |
| ۶  | ۵-۱ ارزش غذایی .....                                         |
| ۶  | ۶-۱ ارزش اقتصادی .....                                       |
| ۷  | ۷-۱ مصارف زرشک .....                                         |
| ۸  | ۸-۱ تغییرات فیزیولوژی پس از برداشت .....                     |
| ۸  | ۹-۱ بسته بندی .....                                          |
| ۹  | ۱۰-۱ دما .....                                               |
| ۱۰ | ۱۱-۱ نگهداری مواد غذایی و میوه های تازه به روش فریزینگ ..... |
| ۱۳ | فصل ۲ : مروری بر پژوهش های پیشین                             |
| ۱۴ | ۱-۲ روش های انجام شده برای نگهداری میوه تازه زرشک .....      |
| ۱۷ | ۲-۲ اثر بسته بندی بر روی میوه تازه زرشک .....                |
| ۱۹ | ۳-۲ میوه فریز شده .....                                      |
| ۲۳ | فصل ۳ : مواد و روش ها                                        |
| ۲۴ | ۱-۳ زمان و محل انجام آزمایش .....                            |
| ۲۴ | ۲-۳ نوع و قالب طرح .....                                     |
| ۲۴ | ۳-۳ نحوه اجرا آزمایش .....                                   |
| ۲۷ | ۴-۳ اندازه گیری صفات .....                                   |
| ۲۷ | ۱-۴-۳ کاهش وزن .....                                         |
| ۲۷ | ۲-۴-۳ درصد پوسیدگی .....                                     |
| ۲۸ | ۳-۴-۳ اندازه گیری pH .....                                   |
| ۲۸ | ۴-۴-۳ اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) .....                      |

|         |                                                                        |
|---------|------------------------------------------------------------------------|
| ۲۸..... | ۵-۴-۳ مواد جامد محلول (TSS)                                            |
| ۲۹..... | ۶-۴-۳ شاخص طعم                                                         |
| ۲۹..... | ۷-۴-۳ نشت الکترولیت (EC)                                               |
| ۳۰..... | ۸-۴-۳ آنتوسیانین                                                       |
| ۳۰..... | ۹-۴-۳ ویتامین ث                                                        |
| ۳۱..... | ۱۰-۴-۳ مولفه های رنگی                                                  |
| ۳۲..... | ۱۱-۴-۳ عصاره گیری جهت سنجش فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره میوه ها |
| ۳۳..... | ۱۲-۴-۳ عصاره گیری جهت سنجش فعالیت آنزیمی                               |
| ۳۵..... | ۵-۳ آنالیز آماری                                                       |

#### فصل ۴ : نتایج و بحث ۳۷

|         |                                 |
|---------|---------------------------------|
| ۳۸..... | ۱-۴ درصد پوسیدگی                |
| ۴۰..... | ۲-۴ درصد کاهش وزن               |
| ۴۲..... | ۳-۴ pH عصاره ها                 |
| ۴۳..... | ۴-۴ اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) |
| ۴۷..... | ۵-۴ مواد جامد محلول (TSS)       |
| ۴۹..... | ۶-۴ شاخص طعم                    |
| ۵۲..... | ۷-۴ نشت الکترولیت (EC)          |
| ۵۴..... | ۸-۴ آنتوسیانین                  |
| ۵۶..... | ۹-۴ ویتامین ث                   |
| ۵۹..... | ۱۰-۴ محتوای فنل کل              |
| ۶۱..... | ۱۱-۴ فعالیت آنتی اکسیدانی       |
| ۶۴..... | ۱۲-۴ آنزیم پلی فنل اکسیداز      |
| ۶۷..... | ۱۳-۴ آنزیم آسکوربات پراکسیداز   |
| ۷۰..... | ۱۴-۴ آنزیم کاتالاز              |
| ۷۴..... | ۱۵-۴ تغییرات رنگ                |

#### فصل ۵ : نتیجه گیری و پیشنهادات ۷۹

|         |                |
|---------|----------------|
| ۸۰..... | ۱-۵ نتیجه گیری |
| ۸۴..... | ۲-۵ پیشنهادات  |

#### فصل ۶ : مراجع ۸۵

## فهرست جداول

- جدول ۴-۱. نتایج تجزیه واریانس اثرات دما، نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی و بر درصد کاهش وزن و درصد پوسیدگی میوه تازه زرشک بی دانه ..... ۳۸
- جدول ۴-۲. نتایج تجزیه واریانس دماهای انجماد، بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر صفات بیوشیمیایی ۵۱
- جدول ۴-۳. نتایج تجزیه واریانس دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد و بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در مدت زمان ۶۰ و ۹۰ روز انبارمانی بر صفات بیوشیمیایی ..... ۵۲
- جدول ۴-۴. ادامه نتایج تجزیه واریانس دماهای فریزی و بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر صفات بیوشیمیایی ..... ۶۳
- جدول ۴-۵. ادامه نتایج تجزیه واریانس دما ۲ و ۴ درجه سانتی گراد و بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در مدت زمان ۶۰ و ۹۰ روز انبارمانی بر صفات بیوشیمیایی ..... ۶۳
- جدول ۴-۶. نتایج تجزیه واریانس دماهای فریزری، نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر آنزیم ها ..... ۷۳
- جدول ۴-۷. نتایج تجزیه واریانس اثر دما ۲ و ۴ درجه سانتی گراد در مدت زمان ۶۰ و ۹۰ روز انبارمانی بر آنزیم ها در بسته بندی پلی اتیلن منفذ دار ..... ۷۳
- جدول ۴-۸. نتایج تجزیه واریانس دماهای فریزری، نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر تغییرات رنگ ۷۴
- جدول ۴-۹. نتایج تجزیه واریانس دما ۲ و ۴ درجه سانتی گراد در مدت زمان ۶۰ و ۹۰ روز انبارمانی بر تغییرات رنگ در بسته بندی پلی اتیلن منفذ دار ..... ۷۴

# فهرست اشکال

- شکل ۳-۱ میوه تازه زرشک برداشت شده همراه با شاخه و کمی برگ ..... ۲۵
- شکل ۳-۲ میوه زرشک تازه تمیز شده به صورت خوشه ای ..... ۲۵
- شکل ۳-۳ بسته بندی با ظروف پلاستیکی بدون منفذ (Poly-P) ..... ۲۶
- شکل ۳-۴ بسته بندی با ظروف پلاستیکی منفذدار (Poly-M) ..... ۲۶
- شکل ۳-۵ بسته بندی با فیلم های پلی اتیلن زیپ دار (Pack-Z) ..... ۲۷
- شکل ۴-۱ نمودار اثرات متقابل دما، مدت زمان انبارمانی، بسته بندی بر درصد پوسیدگی میوه تازه زرشک بی دانه ..... ۳۹
- شکل ۴-۲ نمودار اثرات متقابل دما، مدت زمان انبارمانی، بسته بندی بر درصد کاهش وزن میوه تازه زرشک بی دانه ..... ۴۱
- شکل ۴-۳ اثرات متقابل دوگانه دماهای انجماد و بسته بندی بر pH در میوه زرشک بی دانه ..... ۴۳
- شکل ۴-۴ اثر مستقل زمان بر روی تیتراسیون در دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار ..... ۴۴
- شکل ۴-۵ اثرات متقابل دماهای انجماد و بسته بندی بر تیتراسیون در میوه زرشک بی دانه ..... ۴۵
- شکل ۴-۶ اثرات متقابل مدت زمان نگهداری و بسته بندی (در دمای انجماد) بر تیتراسیون در میوه زرشک تازه بی دانه ..... ۴۵
- شکل ۴-۷ اثرات دماهای انجماد، مدت زمان انبارمانی، بسته بندی بر مقدار مواد جامد محلول (برحسب بریکس) در میوه تازه زرشک بی دانه ..... ۴۷
- شکل ۴-۸ اثر متقابل زمان و دما بالا صفر بر روی مواد جامد محلول در در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار ..... ۴۸
- شکل ۴-۹ اثرات متقابل دماهای انجماد، مدت زمان انبارمانی و بسته بندی بر شاخص طعم در میوه تازه زرشک بی دانه ..... ۵۰
- شکل ۴-۱۰ اثر مستقل دما بالا صفر بر روی شاخص طعم در در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار ..... ۵۰
- شکل ۴-۱۱ اثر مستقل زمان (در دما بالا صفر) بر روی شاخص طعم در در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار ..... ۵۱
- شکل ۴-۱۲ اثرات متقابل دماهای انجماد، مدت زمان نگهداری و بسته بندی بر نشت الکترولیت برمیوه تازه زرشک بی دانه ..... ۵۳
- شکل ۴-۱۳ اثر مستقل مدت زمان نگهداری (در دما بالا صفر) بر روی نشت الکترولیت در در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار ..... ۵۳
- شکل ۴-۱۴ اثرات متقابل دماهای انجماد، بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر آنتوسیانین درمیوه تازه زرشک بی دانه ..... ۵۵
- شکل ۴-۱۵ اثر متقابل دماهای انجماد و بسته بندی بر آنتوسیانین در میوه تازه زرشک بی دانه ..... ۵۶

- شکل ۴-۱۶ اثر متقابل مدت زمان نگهداری و دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار ..... ۵۷
- شکل ۴-۱۷ اثرات متقابل بسته بندی و دماهای انجماد و مدت زمان انبارمانی بر ویتامین ث در میوه تازه زرشک بی دانه ..... ۵۷
- شکل ۴-۱۸ اثرات متقابل دمای انجماد و بسته بندی بر فنل در میوه تازه زرشک بی دانه ..... ۶۰
- شکل ۴-۱۹ اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و بسته بندی بر فنل در میوه تازه زرشک بی دانه ..... ۶۰
- شکل ۴-۲۰ اثرات متقابل دماهای انجماد و بسته بندی در فعالیت آنتی اکسیدان بمیوه زرشک تازه بی دانه ..... ۶۲
- شکل ۴-۲۱ اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و بسته بندی بر فعالیت آنتی اکسیدانی میوه زرشک تازه بی دانه ..... ۶۲
- شکل ۴-۲۲ اثر متقابل دماهای انجماد و بسته بندی بر آنزیم پلی فنل اکسیداز ..... ۶۵
- شکل ۴-۲۳ اثر متقابل دما انجماد، نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر میزان آنزیم پلی فنل اکسیداز ..... ۶۶
- شکل ۴-۲۴ اثر مستقل زمان ( در دما بالا صفر) بر روی فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار ..... ۶۶
- شکل ۴-۲۵ اثر مستقل مدت زمان نگهداری ( در دما بالا صفر) بر روی فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار ..... ۶۷
- شکل ۴-۲۶ اثر متقابل دماهای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد و مدت زمان انبارمانی در ظروف پلی اتیلن منفذدار بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ..... ۶۸
- شکل ۴-۲۷ اثر متقابل دماهای انجماد و نوع بسته بندی بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز زرشک تازه ..... ۶۹
- شکل ۴-۲۸ اثر متقابل نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی در نمونه های فریز شده بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز زرشک تازه ..... ۶۹
- شکل ۴-۲۹ اثر متقابل دماهای انجماد و نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر آنزیم آسکوربات پراکسیداز زرشک تازه ..... ۷۰
- شکل ۴-۳۰ اثر متقابل دما و مدت زمان انبارمانی بر بسته بندی با ظروف پلی اتیلن منفذدار بر آنزیم کاتالاز زرشک تازه ..... ۷۲
- شکل ۴-۳۱ اثر دماهای انجماد، نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر آنزیم کاتالاز بر میوه زرشک تازه ..... ۷۲
- شکل ۴-۳۲ اثر مستقل نوع بسته بندی در دما انجماد بر روی میزان روشنایی (L) ..... ۷۶
- شکل ۴-۳۳ اثر مستقل مدت زمان نگهداری در دما انجماد بر روی میزان روشنایی (L) ..... ۷۶
- شکل ۴-۳۴ اثر متقابل دماهای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد و مدت زمان انبارمانی بر روی تغییرات L در بسته بندی پلی اتیلن منفذ دار میوه زرشک تازه ..... ۷۷
- شکل ۴-۳۵ اثر مستقل مدت زمان نگهداری در دما انجماد بر روی میزان کروما ..... ۷۷

شکل ۴-۳۶ اثر سه گانه متقابل دماهای فریزری و نوع بسته بندی و مدت زمان نگهداری بر تغییرات هیوما  
میوه زرشک تازه ..... ۷۸

# فصل ۱: مقدمه و کلیات

## ۱-۱ مقدمه

هر ساله مقدار بسیاری از محصولات باغی و زراعی در مراحل گوناگون رشدی مخصوصا در مرحله پس از برداشت دچار افت کیفیت می‌شوند. این ضایعات در کشورهای جهان سوم بنا به دلایلی بیشتر از کشورهای صنعتی است (فتحی، ۱۳۷۱). در کنفرانس جهانی غذا برای اولین بار در رم در سال ۱۹۷۴ به اهمیت کاهش ضایعات پس از برداشت در کشاورزی اشاره شده است. در این کنفرانس مطرح شد بی توجهی به ضایعات پس از برداشت تاثیر بسیار مهمی در شکست فعالیت های کشاورزی در ۵۰ سال اخیر دارد. اهمیت و دقت بیشتر به تمام عوامل زنجیره تولید کننده تا مصرف کننده در کشورهای درحال توسعه نسبت به کشورهای جهان سوم سبب شده است تا از تولیدات کشاورزی خود سود بیشتری بدست آورند (Goletti, 2003). برخی از تخمین های زده شده گویای آنست که بصورت میانگین حدود ۳۰ درصد از محصولات به عنوان ضایعات از چرخه بازاریابی خارج می‌شود بطور مثال با فرض اینکه کل تولیدات ۸۳ میلیون تن باشد ضایعات تولیدات کشاورزی بالغ بر ۲۵/۵ میلیون تن برآورد می‌شود (آمارنامه کشاورزی (جلد اول)، ۱۳۸۲).

در ایران با وجود امکانات فراوان و تولید قابل توجه انواع محصولات کشاورزی، سالیانه شاهد واردات محصولاتی هستیم که به دلیل عوامل گوناگون از جمله نبود صنایع تبدیلی، بسته بندی، نگهداری نامناسب و طولانی، مکانیزه نبودن اراضی کشاورزی، درحین حمل و نقل از بین می‌رود (Adel, 1998). در بین محصولات باغبانی تولیدی در ایران، ریز میوه فاسد شدنی و آبداری مانند زرشک نیز در مرحله پس از برداشت دچار افت کیفیت و ضایعات می‌شود که دلایل متعددی مانند روش برداشت سنتی، دسترسی محدود به سوله های مناسب جهت نگهداری میوه تازه و خشک کردن محصول قابل بر آن تاثیرگذار است. به خاطر ارزش تغذیه ای و خواص آنتی اکسیدانی بیشتر در میوه های تازه نسبت به محصولات فرآوری شده و همینطور افزایش تقاضا برای مصرف محصولات تازه باغی، ارائه روش های مناسب در جهت افزایش عملکرد، بهبود کیفیت، کاهش ضایعات و هدر رفت و

افزایش ماندگاری در میوه زرشک تازه ضروری و مهم بنظر می‌رسد. چرا که زرشک یکی از محصولات اثرگذار در اقتصاد استان هایی از قبیل استان خراسان به ویژه خراسان جنوبی در ایران است که در این پژوهش افزایش عمر پس از برداشت میوه زرشک تازه با حفظ خواص فیزیکوشیمیایی مورد مطالعه قرار گرفت.

## ۱-۱-۱ اهداف پژوهش

بررسی ماندگاری زرشک تازه و حفظ صفات کیفی و تغذیه ای در مرحله پس از برداشت

بررسی اثر چند نوع بسته بندی در انبارمانی زرشک تازه

بررسی اثر دماهای مختلف در انبارمانی زرشک تازه

بررسی تغییرات فیزیکوشیمیایی زرشک‌های تازه بسته بندی شده

کاهش هدر رفت و ضایعات زرشک تازه در پس از برداشت

## ۱-۲ منشا

جنس *Berberis* متعلق به خانواده Berberidaceae به طور گسترده ای در مناطق معتدل توزیع شده است و حدود ۶۵۰ گونه در سراسر جهان دارد (Ahmed et al, 2013). منشأ بربریس احتمالاً قبل از دوران پالئوسن در شرق آسیا بوده است (Li et al, 2010). جنس *Berberis* دارای دو منشا متنوع، یکی آسیا (یا اوراسیا) و دیگری آمریکای جنوبی است (Kim et al, 2004). زرشک معمولی یا اروپایی (*Berberis vulgaris*) منشأ آسیایی دارد و به احتمال زیاد از کوه‌های آسیای میانی و غربی است (Peterson, 2003; Bone et al, 2013).

## ۱-۳ گیاهشناسی

زرشک متعلق به خانواده Berberidaceae است که شامل تقریباً ۱۵ جنس و ۶۵۰ گونه از گیاهان و درختچه ها است که اکثراً خاردارند و در مناطق معتدل نیمکره شمالی یافت می شوند ( Heidary et al, 2007; Arayne et al, 2009; al). سه گونه مهم موجود در ایران شامل *B. Berberis crataegina* و *B. vulgaris* و *intergerrima* است (Fatehi et al, 2005).

زرشک بی دانه درختچه ای اغلب خاردار است به ارتفاع ۱ تا ۳ متر و دارای شاخه های بارده قهوه ای مایل به قرمز یا قهوه ای تیره هستند. میوه زرشک بی دانه از انواع سته یا بری های قرمز رنگ و بیضوی شکل و فاقد بذر هستند و طول آن ها گاهی تا ۱۳ میلی متر و قطر آن ۶ تا ۹ میلی متر است (Fatehi et al, 2005; Kafi et al, 2004). زرشک بی دانه دارای برگ های بیضوی شکل، چرمی، متناوب با طول ۳٫۵ تا ۷ سانتی متر و عرض ۱ تا ۳ سانتی متر هستند و دارای گل های زرد رنگ آویزان هستند (Kafi et al, 2004). گل های زرد رنگ زرشک بی دانه منظم و کامل، مجتمع به صورت خوشه آویخته هستند. گل های زرشک بی دانه دارای شش کاسبرگ و شش گلبرگ هستند و معمولاً دارای شش عدد پرچم نیز هستند (Khadavi-Khub, 2009). زمان برداشت میوه زرشک وقتی است که میوه بر اثر سرمای پاییزه رسیده باشد و بهترین زمان برداشت میوه زرشک آبان ماه است، در این زمان رنگ حبه های زرشک کاملاً قرمز تیره و مزه زرشک هم کمی شیرین تر شده است (چاجی ، ۱۳۷۸).

## ۱-۴ خواص دارویی و ترکیبات شیمیایی

گیاهان دارویی از هزاران سال پیش در میان ملت های مختلف شناخته شده اند و در قرون متمادی براساس روش های دستوری طب سنتی در اکثر کشورها مورد استفاده قرار گرفته اند. در دهه های

اخیر و با وجود ظهور داروهای شیمیایی، گیاهان دارویی همچنان مورد استقبال قرار گرفته اند و در بسیاری از کشورها به دلیل استفاده کم خطرتر، بازدهی، اعتقاد و باور فرهنگی و عوارض جانبی کمتر نسبت به داروهای شیمیایی، داروهای گیاهی مورد استفاده قرار می گیرند (Bahmani et al, 2014 ; Calixto, 2000). در ایران نیز همانند سایر کشورها از گیاهان دارویی مختلفی از جمله گیاهان جنس *Berberis* برای درمان برخی بیماریها در طب سنتی استفاده می شود (Fallah Huseini, 2010). یکی از شناخته شده ترین گونه های جنس *Berberis vulgaris* است (Ardestani et al, 2013). کاربردهای دارویی *B. vulgaris* در طب چینی به بیش از ۳۰۰۰ سال قبل و در بعضی کشورها به بیش از ۲۵۰۰ سال قبل باز می گردد (Fallah Huseini, 2010). در ایران رازس یا محمد بن زکریا رازی اولین کسی بود که خواص دارویی *B. vulgaris* را بیان کرد و استفاده از آن را برای انسان مفید دانست (Zarghami Moghadam, 2011).

از مهم ترین ترکیبات شیمیایی موجود در میوه زرشک می توان به آلکالوئیدهای بربرین، برامین اشاره کرد. در این میوه مقدار زیادی اسیدهای آلی خصوصا اسید مالیک و اسید تارتاریک، اسید سیتریک، اسید آسکوربیک نیز وجود دارد که این ترکیبات دارای خاصیت آنتی اکسیدانی هستند. همین طور میوه زرشک حاوی ترکیبات بالقوه زیست فعال دیگری هم مانند کومارین، بتاکاروتن و تانن است (Hajzadeh et al 2011; Arayne, 2007). بسیاری از فواید موجود در زرشک به وجود رنگدانه های آنتوسیانین مرتبط می شود. آنتوسیانین ها متعلق به گروه فلاونوئیدها هستند و نقش رنگدانه های آنتوسیانین به عنوان عامل دارویی در پزشکی عامیانه در سراسر جهان به خوبی پذیرفته شده است (Lila, 2004). میوه زرشک طبعی سرد و خشک دارد و به خاطر ترکیبات شیمیایی موجود در میوه زرشک، میوه دارای اثرات ضد سرطانی، ضد التهابی، آنتی اکسیدانی، کاهنده قند خون (مفید برای بیماران دیابتی)، ضد باکتریایی و محافظ سلامت کبد است (Rahimi-Madiseh, 2017) و از دیگر خواص زرشک می توان به کاهش حرارت معده، بندآورنده بواسیرخونی، درمان تب و بیماری های

## ۱-۵ ارزش غذایی

ارزش غذایی میوه زرشک براساس سازمان غذا و دارو در هر ۱۰۰ گرم شامل: ۳۱۶ گرم انرژی، ۳/۵ گرم چربی، ۳/۶۰ گرم پروتئین، ۲۹ گرم آب، ۷/۴۰ گرم فیبر، ۲۷/۲۰ گرم قند، ۲۴ میلی گرم ویتامین ث و ۱۷ میلی گرم سدیم می باشد (سازمان غذا و دارو آمریکا (FAD)).

## ۱-۶ ارزش اقتصادی

زرشک بی دانه از دیدگاه بسیاری از پژوهشگران به عنوان یک محصول استراتژیک و انحصاری برای کشور ایران است، که تنها تولید کننده زرشک است. بیشترین میزان تولید زرشک مربوط به استان خراسان جنوبی است که درختچه زرشک در این استان بیش از ۲۱۱ سال قدمت دارد و عمده ترین مناطق تولید زرشک شهرستانهای قاین و بیرجند در ایران محسوب می شوند ( Alemardan et al,2013; Tehranifar,2002).

میوه زرشک یکی از مهم ترین میوه های تجاری ایران است به صورتی که در سال ۱۳۹۶ از صادرات ۳۵۶۸۷۴ کیلوگرم میوه زرشک تازه به کشور های آمریکا، آلمان، اتریش، کانادا، گرجستان، سوئیس، قزاقستان، امارات متحده عربی، فرانسه، قزاقستان، نیوزلند، اسپانیا و غیره، حدودا ۱۶۵۰۱۵۳ دلار ارزآوری برای ایران به همراه داشته است (TCCIMA, 2017).

ایران با ۱۸۰۰۰ هکتار زمین زیر کشت بزرگترین تولید کننده میوه زرشک است و براساس آمارنامه جهاد کشاورزی در سال ۹۸، بیش از ۲۱۰۰۰ تن میوه زرشک در ایران تولید شده است (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸). در بین استان های ایران، خراسان جنوبی یکی از بزرگترین تولیدکنندگان این

محصول محسوب می‌شود. بیش از ۹۷ درصد از زمین‌های زیر کشت زرشک در شهرستان قائنات، استان خراسان جنوبی واقع شده است و بیش از ۹۵ درصد از کل این محصول در ایران تولید می‌شود (Alemardan et al, 2013; Hesami et al 2007; Heidari et al, 2009).

همین‌طور، زرشک در برخی مناطق زرشک تنها محصول کشاورزان است و درآمد بسیاری از خانوارها فقط از کشت این محصول تأمین می‌گردد (Dourandish et al, 2013).

## ۷-۱ مصارف زرشک

میوه زرشک بی دانه عمدتاً به عنوان تازه خوری یا خوارباری (زرشک خشک) که با برنج طبخ می‌شود، مورد استفاده عموم قرار می‌گیرد (Ardestani et al, 2013; Rahimi-Madiesh et al, 2016). از آنجایی که مصرف میوه زرشک تازه به دلایل مختلف در تمام فصول مرسوم نمی‌باشد، پس ضرورت دارد در فرآوری میوه زرشک معمولی به صورت جدی وارد عمل شد. در عصر حاضر تکنولوژی تولید فرآورده‌های جانبی میوه زرشک رو به گسترش است و میوه زرشک معمولی علاوه بر استفاده در پخت و پز به صورت آبمیوه، نوشابه، مربا، مارمالاد، سس، ژله و میوه خشک و همچنین در صنایع غذایی به عنوان یک رنگ دهنده استفاده می‌شود (Aliakbarlu et al, 2018; Ozgen et al, 2012; Aghbashlo et al, 2008).

برخی از این فرآورده‌های جانبی میوه زرشک آنتی اکسیدان‌ها هستند که این فرآورده‌ها در مفید بودن برای سلامتی انسان، ارزش افزوده بسیاری به همراه دارد که میتوانند نقش قابل توجهی را هم در اقتصاد کشاورزی ایفا کند و هم سهم قابل توجهی را در صادرات کشورمان به خود اختصاص دهند (Ozgen et al, 2012).

## ۸-۱ تغییرات فیزیولوژی پس از برداشت

میوه زرشک معمولی بسیار حساس است و ماندگاری زیادی ندارند، به همین دلیل پس از برداشت باید سریع مصرف شوند یا فرآوری شوند و از علائم ظاهری کاهش کیفیت پس از برداشت میوه ها می‌توان به کاهش شفافیت پوست، نرم شدن بافت، تغییر رنگ از رنگ قرمز روشن به قهوه ای و چروکیدگی میوه اشاره کرد (Pouyan, 2008; Kilonzo-Nthenge, 2012). بطور کلی میوه ها بسیار فساد پذیر هستند زیرا رطوبت زیادی دارد و همینطور فعالیت های حیاتی خود را پس از برداشت هم ادامه می‌دهند. اگر از محصولات مراقبت درست انجام نشود بخش زیادی از آنها در مراحل گوناگون پس از برداشت از بین می‌روند و کاهش و به حداقل رساندن این نوع ضایعات یکی از اولویتهای بسیاری از کشورها شده است. هدف مهم و اصلی در بازاریابی محصول تازه حفظ ویژگی تازه خوری میوه طی زمان های طولانی حمل و نقل است. میوه ها بسته به نوع محصولی که دارند باید تازه، آبدار، مغذی و عاری از صدمات مکانیکی باشد. یکی از راه های مراقبت پس از برداشت از میوه ها، استفاده از بسته بندی های مناسب است. پس کاربرد بسته بندی های کارآمد و مناسب، سهم زیادی در بالابردن ماندگاری، کاهش ضایعات پس از برداشت و حفظ خواص کیفی محصول دارد (بدیعی، ۱۳۹۷).

## ۹-۱ بسته بندی

یکی از اساتید اقتصاد دانشکده بازرگانی هاروارد به نام تئودرولویت برای اولین بار بیان کرد که هدف اصلی بازاریابی، ایجاد ارزش برای مشتریان است نه پولسازی و همین‌طور تئودرولویت قاطعانه معتقد بود که برآورده کردن علایق و نیاز مشتریان باید هدف اصلی بنگاه های تجاری قرار بگیرد (Levitt, 1960). یکی از راه‌های رسیدن به سودآوری، ارائه ارزش به مشتریان از طریق ارائه محصولات بهتر نسبت به سایر رقبا است (Kannan et al 2001). یکی از روش های احترام و ارزش به مشتری،

بسته بندی مناسب محصولات کشاورزی با هدف بالابردن ماندگاری محصول، حفاظت از مواد غذایی در برابر فساد درونی و بیرونی با حفظ ویژگی های کمی و کیفی، حمل و نقل آسان و آرایه اطلاعات لازم از کیفیت، کمیت و خواص محصول است. بسته بندی محصولات کشاورزی علاوه بر تاثیری که بر شکل ظاهری و ذائقه مشتری دارد، بر کیفیت محصول هم اثرات چشمگیری دارد (ارومیه ای، ۱۳۸۹).

یکی از ظروف مورد استفاده در بسته بندی ها، ظروف بسته بندی PET نام دارد. PET کوتاه شده پلی اتیلن ترفتالات می باشد که شامل یک زنجیره بزرگ پلیمری متعلق به خانواده پلی استرها می باشد. PET از دو ترکیب ترفتالیک (TPA) و اتیلن گلیکول (EG) که از مشتقات اولیه مواد نفتی هستند، تشکیل شده است. PET در خالص ترین حالت به صورت ماده ای شیشه ای و بی شکل است و تحت تاثیر مستقیم افزودنی های اصلاح شده به صورت کریستالی در می آیند (محمدی، ۱۳۹۲). از دیگر پلیمر های رایج که در بسته بندی استفاده می شود، پلی اتیلن است. پلی اتیلن با علامت اختصاری PE پرمصرف ترین پلیمر در دنیا از دسته ترموپلاستیک ها و متعلق به خانواده پلی اولفین ها است. پلی اتیلن ها سنتز شیمیایی اتیلن هستند که معمولاً از ترکیب نفت خام و گازهای طبیعی به وجود می آید و همینطور پلی اتیلن ها دارای ساختار بسیار ساده ای هستند و یک مولکول پلی اتیلن زنجیره بلندی متشکل از اتم های کربن است که به هر اتم کربن دو اتم هیدروژن چسبیده است. پلی اتیلن بیشتر برای ساخت ترکیبات پلاستیکی استفاده میشود و این پلیمر کاربرد فراوانی در صنعت بسته بندی دارد (Xiuhua, 2018).

## ۱-۱۰ دما

کنترل دما یکی از ابزارهای اصلی در افزایش عمر پس از برداشت محصولات کشاورزی است. میوه ها می توانند تا حد مشخصی درجه حرارتهای پایین یا بالا را تحمل کنند. دما در بسیاری از فرآیندها و واکنش های فیزیولوژیکی مختلف موثر است. فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی داخل میوه

تحت کنترل دما است و این فرایندها نیز واکنش‌های حیاتی زیستی درون گیاه را پایش می‌کنند. میزان حلالیت مواد و ترکیبات مختلف تابعی از دما است و دما همچنین بر پایداری سیستم آنزیم‌های درون میوه موثر است. دمای بالا باعث افزایش تنفس و دمای پایین باعث کاهش شدت تنفس محصول می‌شود (رشیدی، ۱۳۹۷).

معمولاً درجه حرارت‌های پایین نگهداری در میوه‌ها علاوه بر اینکه نرم شدن حاصل از فعالیت آنزیم‌ها را کاهش می‌دهد باعث پایین آمدن فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌شوند که در مجموع سبب حفظ کیفیت از طریق ثابت نگه داشتن تغییرات اسیدیته، پراکسید، کاهش اکسیداسیون روغن و کاهش پوسیدگی میوه می‌گردند (Rada et al, 1995; Kader et al, 1990).

## ۱-۱۱ نگهداری مواد غذایی و میوه‌های تازه به روش فریزینگ

در حالت‌های ویژه فیزیولوژیکی همانند رسیدگی میوه، پیری میوه، تنش‌های زنده و غیر زنده مثل کمبود اکسیژن، شرایط نامناسب انبار از نظر یخ زدگی و سرمازدگی میوه بیوسنتز اتیلن به میزان بیشتری تحریک می‌شود (Stephen and Forrestl, 1989). یکی از مهم‌ترین راه‌های تولید اتیلن بخصوص در میوه‌های برداشت شده قرار دادن بافت در برابر دماهای پایین می‌باشد که به آن اتیلن تولید شده در برابر سرما گفته می‌شود (Knee et al, 1998). نگهداری در انبار با دمای پایین (LTS = Low temperature storage) به صورت وسیع برای تاخیر انداختن پیری در رسیدن میوه‌ها و سبزی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد که سبب حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری پس از برداشت آن‌ها می‌شود (Promyou et al, 2012).

یک اصل مهم و اساسی در طراحی سیستم‌های نگهداری و پخش ماده غذایی منجمد، دانش در مورد تغییراتی است که در دمای انجماد اتفاق می‌افتد. پارامترها و داده‌های کمی که میزان سرعت

فعالیت های شیمیایی و فیزیکی را بیان می کنند بسیار دارای اهمیت هستند. از جمله مهمترین این پارامترها می توان زمان و دما بیان کرد. با اطلاع داشتن از وضعیت پارامترهای دما و زمان میتوان با استفاده از تغییر ترکیبات مغذی در طی گذر زمان در محصول مورد نظر در دمای ثابت، شرایطی مناسب برای حفظ ترکیبات مغذی را پیدا کنیم (Chan et al, 2001). اگر در طول مدت زمان نگهداری ماده غذایی در سردخانه ها قطع و وصل برق اتفاق افتاده باشد یا درب سردخانه زیاد باز و بسته شود یا ماده غذایی به نجوی مطلوب در آن چیده نشده باشند که سرما نتواند به صورت یکسان به تمامی قسمت ها برسد، به تدریج تغییرات نامطلوبی مانند تغییرات رنگ، طعم، بو، مزه، از دست رفتن تردی و ظرفیت نگهداری آب، کاهش ارزش غذایی و همینطور کاهش مقدار بعضی از مواد محلول در آب نظیر ویتامین ها، مواد معدنی و اسیدهای آمینه اتفاق می افتد (Douglas and Archer, 2003). هر چقدر مدت زمان نگهداری ماده غذایی در حالت انجماد بیشتر شود، احتمال کاهش ارزش غذایی محصول بیشتر است و به طبع ارزش طعم، ظاهری و رنگ و بصورت کلی خصوصیات کیفی محصولات کاسته می شود (Berent et al, 2005).



## فصل ۲: مروری بر پژوهش‌های پیشین

## ۱-۲ روش های انجام شده برای نگهداری میوه تازه زرشک

در ادامه به تعدادی از پژوهش‌های انجام شده برای بالا بردن عمرپس از برداشت و حفظ خصوصیات فیزیکی‌وشیمیایی میوه زرشک تازه اشاره شده است.

امروز از تکنولوژی های جدیدی از جمله پرتودهی و تیمار های گرمایی و ترکیبی از آنها برای افزایش ماندگاری میوه و سبزی استفاده می شود (Lemoine et al, 2008). که از مزایای استفاده از تیمارهای آب گرم می‌توان به تحمل به سرما، افزایش عمر مفید و حفظ کیفیت میوه اشاره کرد (Escrignano et al, 2014). محصولاتی که متداول مورد پرتودهی در سرار جهان قرار می گیرند می توان به سیب زمینی و پیاز برای ممانعت از جوانه زنی و میوه تازه برای افزایش ماندگاری در طول انبار داری میباشد (Majd et al, 2003). اشعه گاما به دلیل دارا بودن خاصیت بازدارندگی رشد میکروبی در میوه تازه، توانایی افزایش ماندگاری میوه را دارد. در پژوهشی با عنوان اثرات اشعه گاما بر روی خواص شیمیایی و آنتی اکسیدانی میوه زرشک تازه که در سال ۲۰۱۴ انجام شد که در این پژوهش میوه تازه زرشک را تحت اثر اشعه گامه در دزهای ۰/۵ تا ۲ KGY قرار می گیرد و تعدادی از صفات فیزیکی‌وشیمیایی، میکروبی و حسی میوه تازه در مدت زمان ۴۰ روز نگه داری بررسی شد. از نظر میزان افت وزن تفاوت معنا داری میان شاهد و تیمارهای اعمال شده مشاهده نشد. بدون وقفه پس از تابش دهی اشعه گاما با افزایش دز تابش دهی، میزان آنتوسیانین کل و ترکیبات فنلی کاهش یافت و این کاهش در طی مدت زمان نگهداری هم مشاهده شده است. تابش دهی اشعه گاما بر روی میوه تازه زرشک بلافاصله شاخص های رنگی میوه را تحت اثر قرار نداد اما این شاخص ها در طی مدت زمان نگهداری کاهش یافتند. تابش دهی اشعه گاما بخصوص در دزهای بالاتر از ۱/۵ KGY باعث بازدارندگی رشد میکروبی در مدت زمان نگهداری میوه شد. بر اساس نتایج نمونه های تابش دهی شده توسط اشعه گاما در دزهای بالا تر از ۱/۲۵ KGY در پایان مدت زمان نگهداری قابل مصرف بودند. به طور کلی با در نظر گرفتن اثر تابش گامه بر ویژگی های فیزیکی‌وشیمیایی، حسی و میکروبی

دامنه در ۱/۲۵ تا ۲ KGY برای افزایش ماندگاری میوه زرشک تازه میتواند مورد استفاده قرار گیرد (Berenji Ardestani et al, 2018)

در پژوهشی اثر سه تیمار آب گرم، اسیدآسکوربیک، اسید سالیسیلیک و نوع بسته بندی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه زرشک بی دانه بررسی شد. در این آزمایش میوه های زرشک تازه تیمار شده به دو صورت وکیوم و اتمسفر تغییر یافته بسته بندی شدند و در مدت زمان ۴۵ روز در دمای  $1 \pm 4$  سانتی گراد نگهداری شدند. تیمارهای این آزمایش شامل آب مقطر+اسیدسالیسیلیک ۶ میلی مولار، آب مقطر+ اسیدآسکوربیک ۲ درصد، آب گرم ۷۵ سانتی گراد، آب گرم ۷۵ سانتی گراد + اسید سالیسیلیک ۶ میلی مولار، آب گرم ۷۵ سانتی گراد + اسید آسکوربیک ۲ درصد و آب مقطر ۲۰ سانتی گراد (شاهد) می باشد. در این آزمایش صفات pH، مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، ویتامین ث، ظرفیت آنتی اکسیدانی، رنگ و خواص حسی و چشایی ارزیابی شده است. نتایج این آزمایش نشان می دهد همه تیمارها سبب حفظ ویتامین ث و خواص حسی و چشایی میوه در مقایسه با نمونه شاهد شدند. بهترین تیمارها از بین تیمار های اعمال شده برای حفظ خواص آنتی اکسیدانی تیمارهای آب گرم ۷۵ سانتی گراد + اسید سالیسیلیک ۶ میلی مولار و آب گرم ۷۵ سانتی گراد + اسید آسکوربیک ۲ درصد بود. تغییرات مولفه های رنگ در نمونه های بسته بندی شده در خلاء میزان قرمزی (a) و روشنایی (L) بیشتری در مقایسه با بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته داشتند. به طور کلی دو تیمار ترکیبی تیمارهای آب گرم ۷۵ سانتی گراد + اسید سالیسیلیک ۶ میلی مولار و آب گرم ۷۵ سانتی گراد + اسید آسکوربیک ۲ درصد و بسته بندی در خلاء(وکیوم) به صورت موثرتری باعث بهبود کیفیت میوه تازه زرشک شده است (Abdollahi et al, 2018).

پژوهشی دیگر در دانشکده کشاورزی بیرجند با پنج تیمار انجام شد. تیمارهای این تحقیق شامل محلول پاشی پیش از برداشت با اسید سالیسیلیک (۱ و ۳ میلی مولار) و کلرید کلسیم (۱ و ۲ درصد) و آب مقطر (شاهد) بود. ارزیابی های مختلفی در سه بازه زمانی ۳۰، ۶۰، ۹۰ روز پس از نگهداری میوه

ها در انبار سرد با دمای ۴ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی حدوداً ۸۵ درصد انجام شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اسیدسالیسیلیک ۱ میلی مولار سبب افزایش وزن تر، حجم، مواد جامد محلول (TSS)، اسید آسکوربیک، pH و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) نسبت به سایر تیمارها در میوه زرشک بی دانه شد. همین‌طور از تیمار اسید سالیسیلیک ۳ میلی مولار می‌توان به عنوان تیماری مناسب برای کاهش آسیب سرمایی استفاده کرد به دلیل اینکه در این آزمایش سبب کاهش نشت یونی در میوه زرشک بی دانه شده است. تیمار کلرید کلسیم ۲ درصد هم بیشترین اثر را بر روی کاهش افت وزن داشت. تیمارهای شیمیایی کلرید کلسیم ۲ درصد و اسید سالیسیلیک ۱ میلی مولار بالاترین اثر گذاری را در بهبود خواص و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی میوه زرشک داشتند و نتیجه کلی بدست آمده از این تحقیق نشان داد که محلول پاشی قبل از برداشت زرشک بی دانه با تیمارهای ذکر شده (اسیدسالیسیلیک و کلرید کلسیم) سبب بهبود کیفیت و کاهش ضایعات در طول مدت زمان انبارمانی میوه تازه زرشک شدند (Moradinezhad et al, 2018).

در پژوهش دیگری در ابتدا و پیش از اعمال تیمارهای آزمایش رطوبت میوه به ۴۰ درصد کاهش یافت. این آزمایش شامل دو فاکتور است که فاکتور اول شامل تیمارهای آب گرم (۵ درجه سانتی گراد)، آب گرم همراه کلرید کلسیم ۲ درصد و آب مقطر سرد (شاهد) به مدت ۴۵ ثانیه بود. فاکتور دوم دمای نگهداری در سه سطح ۱، ۵ و ۱۸ درجه سانتی گراد بود. نتایج این آزمایش نشان دهنده این بود که تیمارها و دمای انبارمانی بر روی میزان مواد جامد محلول (TSS) اثر گذاری داشتند و بیشترین میزان مواد جامد محلول در نمونه‌های تیمار شده بوسیله آب گرم به همراه کلرید کلسیم ۲ درصد که در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد انبار شدند، بود. در هر سه دمای انبارمانی بیشترین میزان آنتوسیانین و آنتی اکسیدان برای تیمارهای آب گرم بود و مدت زمان انبارمانی هم بر مقدار آنان اثر معنی داری نداشته است و همین‌طور بیشترین ماندگاری با کمترین میزان فساد هم در تیمار کلرید کلسیم که در دمای ۱ درجه سانتی گراد انبار شده بودند مشاهده شد (مهرگان و همکاران، ۱۳۹۴).

## ۲-۲ اثر بسته بندی بر روی میوه تازه زرشک

امروزه یکی از راهکارهای مورد استفاده برای افزایش ماندگاری میوه ها و سبزی ها تازه استفاده از اتمسفر تغییر یافته یا کنترل شده است. گزارشات متعدد بیان می کند که استفاده از فناوری اتمسفر تغییر یافته و افزایش غلظت دی اکسیدکربن و کاهش غلظت اکسیژن داخل بسته بندی، می توان تنفس را کاهش داد و امکان انبارمانی طولانی مدت آن ها را فراهم کرد. بر اساس گزارشات بیان شده که بسته بندی تحت اتمسفر تغییر یافته باعث کاهش تنفس، کاهش تولید اتیلن، کاهش فساد میکروبی، کاهش سرعت تجزیه ترکیبات مغذی داخل میوه، کاهش سرعت رسیدگی میوه تازه و همینطور سبب حفظ دیواره سلولی و ظاهر محصول شده است که تمامی این ویژگی ها به افزایش ماندگاری محصول منتهی میشود (Ahmad et al,2001; Choi et al,2016; Ramin et al,2016).

در پژوهشی هدف بررسی اتمسفر نسبی دی اکسیدکربن و پیش تیمار ضدعفونی بر برخی ویژگی های فیزیکیوشیمیایی و میکروبی زرشک تازه در طول مدت انبارمانی است. بعد از حذف شاخ و برگ، بخشی از میوه در بسته هایی از جنس پلی اتیلن/ پلی استر به ضخامت ۴۵ میکرومتر و تحت اتمسفر دی اکسید کربن (CD) بسته بندی شدند. بخشی دیگر از میوه های زرشک ابتدا با محلول تجاری ضد عفونی شده و بعد تحت اتمسفرطبیعی (D) یا اتمسفر نسبی دی اکسیدکربن (CDD) بسته بندی شدند. نمونه شاهد میوه های زرشک بدون ضدعفونی کردن و تحت اتمسفر طبیعی (C) در نظر گرفته شد. در پایان ۲۸ روز انبارمانی در دمای ۴ درجه سانتی گراد کمترین میزان آنتوسیانین، ترکیبات فنلی، اسیدآسکوربیک، آنتی اکسیدان و قدرت احیا کنندگی آهن به ترتیب به نمونه های D، CDD، D، CDD، D، CDD متعلق بود و همینطور کمترین میزان آنتوسیانین، ترکیبات فنلی، اسیدآسکوربیک، آنتی اکسیدان و قدرت احیا کنندگی آهن در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به ترتیب به نمونه های CDD، CD، CDD، CD، D متعلق بود. در پایان مدت زمان دوره انبارمانی کمترین سفتی و بیشترین آسیب دیدگی مربوط به نمونه CDD بود. نتایج نشان داد که اتمسفر دی اکسید کربن از توانایی

مناسبی برای حفظ کیفیت زرشک تازه بهره‌مند نبوده و پیش تیمار ضدعفونی کردن هم شرایط نامساعد را تشدید می‌کند (Niazmand et al, 2021).

در پژوهشی دیگر اثر بسته بندی اصلاح شده در میوه زرشک تازه بررسی شد. در این تحقیق تیمارها از سه ترکیب گازی (MAP) ۹۵ درصد نیتروژن و ۵ درصد اکسیژن، MAP هوای معمولی و نگهداری در هوای معمولی به همراه دو دمای نگهداری ۲۵ و ۴ درجه سانتی گراد تشکیل شدند و در طول ۲۷ روز مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این آزمایش نشان داد بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) خصوصیات کیفی میوه زرشک را حفظ کرد. بالاترین میزان مواد جامد محلول و میزان آنتوسیانین در بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده مشاهده شد. pH میوه زرشک در هوای معمولی بیشتر از اتمسفر اصلاح شده بود و در مدت زمان انبارمانی میوه افزایش یافت. اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) در طول دوره نگهداری کاهش پیدا کرد. درصد افت وزن میوه زرشک در بسته بندی اتمسفر تغییر یافته و هوا دارای کمترین مقدار بود. میکروارگانیسم ها و کپک و مخمر در اتمسفر اصلاح شده در دمای ۴ درجه سانتی گراد کمترین میزان خود را در میوه زرشک داشت. نتیجه کلی بدست آمده از این تحقیق این است که بسته بندی MAP با ترکیب ۹۵ درصد نیتروژن و ۵ درصد اکسیژن در دمای ۴ درجه سانتی گراد بهترین تیمار برای بسته بندی میوه زرشک بود ( خسروشاهی، ۱۳۹۳).

در پژوهش دیگری اثر بسته‌های نانو ذرات نقره بر مشخصه های ظاهری زرشک بی دانه در مقایسه با بسته های پلی اتیلن معمولی مورد بررسی قرار گرفت. بسته های نانو ذرات به سبب خاصیت ضد میکروبی و مقاومت در برابر نفوذ گازها از جمله اکسیژن اثر گذار در افزایش کیفیت و ماندگاری زرشک هستند و در این پژوهش با بسته های پلی اتیلن مورد مقایسه قرار گرفت. رشد میکروبی (کپک و شمارش کلی باکتری ها) در بسته های محتوی نانو ذرات با غلظت های ۱ درصد و ۲ درصد در مقایسه با پلی اتیلن کاهش نشان دادند. رنگ ظاهری زرشک مورد بررسی در بسته های محتوی نانو ذرات نقره با غلظت بیشتر از ۱ درصد از روشنایی و رنگ قرمز بیشتری نسبت به نمونه های بسته های

پلی اتیلن معمولی برخوردار بودند (ولی پورمطلق و همکاران، ۱۳۸۹)

## ۲-۳ میوه منجمد شده

یکی از مهم ترین تیمارهای پس از برداشت محصولات تازه که باعث حفظ محصولات برداشت شده و کاهش ضایعات محصولات تازه می گردد، نگهداری در دمای انجماد است (Wand,1994). با این وجود نگهداری محصولات تازه در دماهای پایین، درگستره بیشتر از نقطه انجماد تا دما حدوداً ۱۰ درجه سانتی گراد توانایی بروز خسارت سرمازدگی در میوه ها و سبزی ها به خصوص محصولات گرمسیری و نیمه گرمسیری را دارد (Whitater,1992).

در میوه ها و سبزیجات ترکیبات مهمی وجود دارد و قطعا میوه ها و سبزی های فراوری شده ارزش غذایی کمتری نسبت به محصول تازه دارد که به علت از بین رفتن ترکیبات (ویتامین ث، آنتوسیانین، آنتی اکسیدان و...) مهم می باشد (Tian et al,2004). در صورتی که عملیات انجماد میوه ها و سبزی ها روی اصول شناخته شده علمی و به طور صحیح انجام شود، کیفیت محصولات نگهداری شده به صورت منجمد بهتر از سایر روش ها است و مواد مغذی بیشتری نسبت به سایر روش ها نگهداری حفظ می شود اما میزان زیادی از این ترکیبات مغذی طی مراحل آماده سازی از بین می روند (Gomez,1981).

در پژوهشی انجماد دانه های انار پوشش داده شده توسط کیتوزان مورد بررسی قرار گرفت. فاکتور اول کیتوزان در سه سطح ( ۰ ، ۱ و ۲ درصد)، فاکتور دوم دمای انجماد در دو سطح (۱۴- و ۲۴- درجه سانتی گراد) و فاکتور سوم مدت زمان نگهداری در حالت انجماد در زمان های ۱۴، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز بود. نتایج کلی این پژوهش نشان داد که کیتوزان اثر مثبتی در حفظ دانه های انار در طی انجماد دارد و دمای ۲۴- درجه سانتی گراد با کاهش تغییرات رنگ در طی نگهداری نقش مهمی در

کاهش فعالیت های متابولیکی و کاهش فعالیت های متابولیکی و کاهش آنتوسیانین داشته و در حفظ دانه های انار موثر است (محمودی و همکاران، ۱۳۹۸).

در پژوهشی دیگر تاثیر دما بر میزان اتیلن و برخی از خصوصیات کمی و کیفی میوه سیب رقم گرانی اسمیت مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش دارای دو تیمار دما و زمان بود و صفات مورد نظر را که شامل تولید اتیلن، سفتی بافت، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، ویتامین ث و pH را در ۲ سطح دمایی ۳/۵ و ۰/۵- درجه سانتی گراد در طی یک دوره انبارماني ۴ ماهه مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این پژوهش دمای ۰/۵- درجه سانتی گراد به علت تولید بهینه هورمون اتیلن، حفظ بیشتر سفتی بافت میوه، از دست دادن رطوبت بافت میوه در حد قابل قبول به عنوان دمای مناسب و مطلوب قرار گرفته اند و سیب گرانی اسمیت در دمای ۰/۵- درجه سانتی گراد به مدت ۴ ماه (۱۲۰ روز) انبار شدند به خوبی خواص کیفی میوه را حفظ کردند (زاده باقری و همکاران، ۱۳۸۹).

در پژوهشی اثر فرایند حرارتی بر برخی ویژگی های کیفی ذرت طی دوره نگهداری انجمادی بررسی شد. در این پژوهش ذرت شیرین به دو صورت دانه شده و متصل به بلال تحت تیمار حرارتی به مدت ۴ و ۸ و ۱۲ دقیقه قرار گرفتند و به مدت زمان ۱۰ هفته در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. در طول مدت زمان نگهداری در فواصل زمانی ثابت (هر دو هفته) میزان صفات مورد نظر مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد که زمان اعمال فرایندهای حرارتی، بر روی ویژگی های فیزیکیوشیمیایی ذرت طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد تاثیر معناداری دارد. نگهداری ذرت به صورت منجمد شده به مدت ۱۰ هفته سبب می شود مقدار سفتی بافت ذرت کاهش و افت آب دانه های ذرت افزایش پیدا کند که دانه های ذرت متصل به بلال در حفظ آب نسبت به ذرت های دانه شده عملکرد بهتری دارند. همینطور نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد باعث افزایش میزان تغییر رنگدانه های ذرت می گردد که مقدار آن در دانه های ذرت متصل به بلال بیشتر از ذرت های دانه شده است (نیک ذات و انصاری، ۱۳۹۷).

در پژوهش دیگری که اثر انجماد و پوشش آلژینات بر ماندگاری پسته تازه بررسی شده است . در این تحقیق شامل تیمار انجماد (۲۰- درجه سانتی گراد) و پوشش خوراکی آلژینات ۰/۵، ۰/۱ درصد و مدت زمان انبارمانی ۰/۵، ۱، ۳ بود. نگهداری پسته تازه با پوست در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد(به ویژه در مدت زمان ۱/۵ ماه انبارمانی)، هرچند در طعم میوه را تغییر و حالت آب گز یا آسیب دیده به پسته نگهداری شده می دهد ولی شکل ظاهری و برخی از ویژگی های پسته تازه را تا حدود حفظ می کند و همینطور استفاده از پوشش خوراکی آلژینات به ویژه در غلظت ۱ درصد موجب حفظ رطوبت (۱۰ تا ۱۵ درصد) و عدد پراکسید (حدوداً ۲ میلی اکسی والانت در کیلوگرم) در پسته تازه می شود. بنابراین انجماد پسته تازه که توسط آلژینات ۱ درصد پوشش داده شده، موجب افزایش عمر انبارمانی پسته تا ۱/۵ ماه می شود (پاکدامن و همکاران، ۱۳۹۹).



## فصل ۳: مواد و روش ها

## ۳-۱ زمان و محل انجام آزمایش

این آزمایش از آبان ۱۳۹۹ شروع و تا اواسط بهار ۱۴۰۰ در آزمایشگاه گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد.

## ۳-۲ نوع و قالب طرح

آزمایش انجام شده به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد.

## ۳-۳ نحوه اجرا آزمایش

برای انجام این آزمایش حدود ۱۶ کیلوگرم زرشک بی دانه (*B.vulgaris*) تازه متصل به شاخه تهیه شد (شکل ۱-۳) و بعد از پاک کردن زرشک ها به صورت خوشه (شکل ۲-۳)، مقدار ۱۰۰ گرم در هر یک از بسته بندی ها قرار داده شد و سپس به دماهای تعیین شده منتقل شدند. از زمان بسته بندی زرشک ها و قرار دادن آنها در دماهای مشخص در چند بازه زمانی زرشک ها مورد بررسی قرار گرفتند.

این آزمایش شامل سه فاکتور بود. فاکتور اول ظروف بسته بندی که شامل ظروف پلاستیکی بدون منفذ (Poly-P) (شکل ۳-۳)، ظروف پلاستیکی منفذ دار (Poly-M) (شکل ۴-۳) و فیلم های پلاستیک پلی اتیلن زیپ دار (Pack-Z) (شکل ۵-۳) و فاکتور دوم دماهای نگهداری شامل دمای ۴، ۲، ۱۰ و ۱۸- درجه سانتی گراد بود و فاکتور سوم شامل مدت زمان انبارمانی است که صفات مورد نظر در سه بازه زمانی ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از بسته بندی بررسی شدند.

صفات مورد ارزیابی در این آزمایش شامل درصد کاهش وزن، درصد پوسیدگی، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، مواد جامد محلول (TSS)، شاخص طعم (TSS/TA)، نشت الکترولیت (EC)، ویتامین ث، محتوای فنل کل، فعالیت آنتی اکسیدانی، محتوای آنتوسیانین، تغییرات رنگ ظاهری، آنزیم های کاتالاز، پلی فنل اکسیداز و آسکوربات پراکسیداز بودند.



شکل ۳-۱ میوه تازه زرشک برداشت شده همراه با شاخه و کمی برگ



شکل ۳-۲ میوه زرشک تازه تمیز شده به صورت خوشه ای



شکل ۳-۳ بسته بندی با ظروف پلاستیکی بدون منفذ (Poly-P)



شکل ۴-۳ بسته بندی با ظروف پلاستیکی منفذدار (Poly-M)



شکل ۳-۵ بسته بندی با فیلم های پلی اتیلن زیپ دار (Pack-Z)

## ۳-۴ اندازه گیری صفات

### ۳-۴-۱ کاهش وزن

بسته بندی ها در ابتدا (قبل از ورود به دماهای مورد نظر) و در انتهای مدت زمان مشخص هر کدام از روزهای انبارمانی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم وزن شدند و درصد کاهش وزن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$(۳-۱) \quad 100 * \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} = \text{درصد کاهش وزن}$$

### ۳-۴-۲ درصد پوسیدگی

برای محاسبه درصد پوسیدگی میوه ها، تک تک بسته ها مورد بررسی قرار گرفتند و تعداد میوه های آلوده مشخص گردید و با استفاده از فرمول زیر درصد آن محاسبه می شود.

$$(3-2) \quad 100 * \frac{\text{تعداد میوه آلوده} - \text{تعداد میوه اولیه}}{\text{تعداد میوه اولیه}} = \text{درصد فشاد پذیری}$$

### ۳-۴-۳ اندازه گیری pH

در ابتدا مقداری از عصاره ی میوه داخل هر بسته بندی قرار گرفته سپس در دور ۴۵۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. از محلول روشنآور ۳ میلی لیتر جدا شده و به حجم ۵۰ میلی لیتر با استفاده از آب مقطر رسانده شد. اندازه گیری pH با استفاده از دستگاه pH meter مدل 827 pH mobile انجام شد.

### ۳-۴-۴ اسیدیت قابل تیتراسیون (TA)

در ابتدا مقداری از میوه ها به صورت تصادفی انتخاب شده، عصاره گیری شده و سپس در دور ۴۵۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ و از محلول روشنآور حجم ۳ میلی لیتر برداشته و به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد. عمل تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال صورت گرفت. عمل تیتراسیون با افزودن سود تهیه شده تا رسیدن pH محلول به ۸/۱ تا ۸/۲ ادامه یافت و در نهایت مقدار سود مصرف شده، یادداشت گردید و میزان اسیدیت میوه بر حسب اسید سیتریک که اسید غالب میوه است با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Mitcham et al, 1996).

$$(3-3) \quad 100 * \frac{\text{حجم سود مصرفی} \times \text{اکی والان اسید غالب} \times \text{نرمالیتة سود مصرفی}}{\text{حجم نمونه تیتر شده}} = \text{اسیدیتة قابل تیتراسیون}$$

### ۳-۴-۵ مواد جامد محلول (TSS)

برای محاسبه درصد مواد جامد محلول کل، از دستگاه رفاکتومتر دیجیتالی مدل DR101-60 از کمپانی Kruss آلمان استفاده شد. بعد از کالیبراسیون کردن دستگاه، یک یا دو قطره از آب میوه صاف

شده روی منشور دستگاه رفاکومتر قرار داده شد و مقدار آن براساس درجه بریکس بیان گردید.

### ۳-۴-۶ شاخص طعم

نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون، شاخص مهمی است که به صورت رایج برای تعیین مزه و تعریف ویژگی‌های طعمی که به رسیدگی و بلوغ میوه بستگی دارد، استفاده می‌شود. بر اساس آزمون های حسی، این شاخص نسبت به مواد جامد محلول ارتباط بهتری با مزه میوه دارد.

### ۳-۴-۷ نشت الکترولیت (EC)

برای اندازه‌گیری این صفت ابتدا از هر بسته بندی به صورت تصادفی چند میوه را انتخاب کرده و ۰/۱ گرم بافت تازه میوه را جدا کرده و در داخل لوله فالکون قرار داده شد و سپس به آن ۱۰ سی سی آب مقطر اضافه شد و در بن ماری در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت. در فالکون دیگر به ۰/۱ گرم بافت تازه میوه ۱۰ سی سی آب مقطر اضافه شد و در بن ماری در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت. بعد از خنک شدن نمونه ها و هم دما شدن آنها با محیط با استفاده از دستگاه EC متر، EC نمونه ها خوانده داده برداری انجام شد. میزان نشت الکترولیت به عنوان شاخصی از پایداری غشای پلاسمایی از رابطه زیر محاسبه شد (۲۰۰۱، Srivastava and Sairam).

$$(3-4) \quad 100 \times (1 - (a/b)) = \text{نشت الکترولیت}$$

a) EC نمونه ها در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد

b) EC نمونه ها در دمای ۹۵ درجه سانتی گراد

### ۳-۴-۸ آنتوسیانین

یک گرم از بافت میوه هموژن شده داخل لوله فالكون قرار داده شد. سپس به آن ها ۱۰ میلی لیتر متانول حاوی ۰/۰۱ اسیدکلریدریک اضافه شد، سپس نمونه ها به مدت یک دقیقه با ورتکس مخلوط شد. در مرحله بعد نمونه ها در دستگاه سانتریفیوژ در دور ۴۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه قرار داد شد. فاز روشناور جدا و جذب آن در طول موج ۵۱۵ نانو متر ثبت شد. محتوای آنتوسیانین از طریق فرمول زیر محاسبه شد (Shin et al, 2007).

$$A = \epsilon \times b \times c \quad (3-5)$$

A ( عدد قرائت شده)،  $\epsilon$  (ضریب خاموشی (۳۳۰۰۰))، b (عرض کووت)، c (غلظت آنتوسیانین)

### ۳-۴-۹ ویتامین ث

۵ گرم میوه از هر یک از بسته بندی ها جدا و به آن ۱۰ سی سی از محلول حاوی اورتوفسفریک ۰/۱۶ و ۰/۱۸ EDTA اضافه شد سپس هموژنیزاسیون با قرار دادن فالكون ها در دور ۴۵۰۰ به مدت ۱۲ دقیقه سانتریفیوژ انجام شد. مقدار ۴۰۰ میکرو لیتر عصاره از هر یک از نمونه ها به منظور اندازه گیری محتوای ویتامین ث در یک کووت شیشه ای ۳ میلی لیتری محلول واکنش حاوی مواد زیر اضافه شد:

۱- محلول اورتوفسفریک ۰/۰۳ به میزان ۲۰۰ میکرولیتر

۲- معرف فولین (به نسبت ۱ به ۵) ۲۰۰ میکرولیتر

۳- آب مقطر ۱۲۰۰ میکرولیتر

بلانک حاوی تمام مواد بالا به جز عصاره می باشد.

حجم نهایی تیوپ ها به ۲ میلی لیتر رسیده و سپس بعد از ۱۰ دقیقه نمونه ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. با استفاده از فرمول استاندارد اسید آسکوربیک در زیر آورده شده مقدار ویتامین ث محاسبه شد (Malic et al,1999).

$$Y=0.055 \times X \quad (3-6)$$

Y عدد قرائت شده، X مقدار ویتامین ث

### ۳-۴-۱۰ مولفه های رنگی

ارزیابی رنگ زرشک بر اساس مولفه های رنگی L (میزان تیرگی و روشنایی)، a (سبز تا قرمز) و b (آبی تا سبز) انجام گرفت. مولفه L شاخص روشنایی است که بین صفر (سیاه) و ۱۰۰ (سفید) تغییر می کند و میزان تیره شدن نمونه ها با این مولفه اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری رنگ از روش تفکیک پارامترهای رنگی در محیط فتوشاپ استفاده شد. شرایط عکس برداری برای تمام نمونه ها یکسان و با لامپ ۴۰ وات کم مصرف در محیط بسته غیر قابل نفوذ به نور انجام شد. علاوه بر این برای یکنواخت بودن شدت منبع نوری لامپ، چند دقیقه قبل از شروع کار، لامپ روشن گذاشته شد. اساس کار بر مبنای تفکیک رنگ های بدست آمده از تصویر زرشک در برنامه فتوشاپ و اندازه گیری پارامترهای L، a و b بود. به این صورت که مساحتی یکسان از عکس انتخاب شد و میانگین آن ها به عنوان مقادیر ذکر شده بیان گردید. فواصل رنگی L، a، b تعیین و میزان کروما و هیو به ترتیب از فرمول زیر محاسبه گردید (Afshari Jouybari and Farahnaky, 2011).

$$Croma = \sqrt{(a^2 + b^2)} \quad (3-7)$$

$$H^\circ = \arctg(b/a) \quad (3-8)$$

### ۳-۴-۱۱ عصاره گیری جهت سنجش فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره میوه ها

۲۰ گرم از بافت میوه جدا شده و سپس با استفاده از نیتروژن مایع به صورت انجماد درآمد ، سپس نمونه های منجمد شده با استفاده از هاون چینی خنک ساییده و در دمای فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد نگه داری شد.

برای اندازه گیری فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی یک گرم از میوه زرشک برداشته شد و با ۳ میلی لیتر متانول حاوی ۰/۰۱ هیدوروکلریک اسید مخلوط و در لوله فالكون قرار داده شد. سپس با دستگاه سانتریفیوژ با دور ۵۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه نمونه ها سانتریفیوژ شد. سپس محلول روشناور جمع آوری و برای اندازه گیری فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی استفاده شد.

### ۳-۴-۱۱-۱ فنل کل

برای اندازه گیری فنل کل ۲۰ میکرولیتر عصاره، آب مقطر ۱۱۶۰ سی سی و معرف فولین ۱۰۰ میکرولیتر را باهم مخلوط شده و در مرحله بعد مقدار ۳۰۰ میکرولیتر محلول کربنات سدیم ۲۰٪ به آن اضافه گردید و بعد از تکان دادن، فالكون ها را در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند و سپس نمونه ها در طول موج ۷۶۰ نانو متر قرائت شدند ( Slinkard and singleton, 1977).

میزان فنل کل از روی میزان جذب نمونه و استاندارد بر حسب میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم بافت تعیین شده است.

مقدار فنل کل بر حسب رابطه خطی استاندارد گالیک اسید براساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$y=0/0185X+0/0837$$

(۳-۹)

### ۳-۴-۱۱-۲ فعالیت آنتی اکسیدانی

مقدار ۴۰ میکرولیتر از محلول عصاره آنزیمی به ۹۶۰ میکرولیتر محلول DPPH اضافه شد و با ورتکس عمل اختلاط کامل انجام شد سپس محلول مورد نظر به مدت ۱۵ دقیقه در تاریکی قرار داده شد. میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت کردیم (Shimada et al, 1992).

مقدار آنتی اکسیدان براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$DPPH = \left[ \frac{Abs_{control} - Abs_{sample}}{Abs_{control}} \right] * 100 \quad (3-10)$$

### ۳-۴-۱۲-۳ عصاره‌گیری جهت سنجش فعالیت آنزیمی

برای استخراج عصاره آنزیمی ابتدا هاون سرد روی یخ قرار داده شد و از هر نمونه مقدار ۰/۵ گرم ماده گیاهی برداشته و در هاون ریخته و با اضافه کردن نیتروژن مایع بافت گیاهی کاملاً پودر شد. سپس نمونه‌ها را در تیوپ‌های ۲ میلی لیتری قرار داده و در مرحله بعد ۱/۵ میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم به آن اضافه گردید و تیوپ‌ها روی یخ قرار گرفتند. سپس نمونه‌های آماده شده با دور ۱۲۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده سپس روشناور را برداشته و به تیوپ‌های ۰/۵ میلی لیتری منتقل شد و سپس در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد تا زمان انجام مراحل مربوط به تعیین فعالیت آنزیم‌ها استفاده قرار داده شد.

### ۳-۴-۱۲-۱ کاتالاز

برای محاسبه آنزیم کاتالاز مخلوط واکنش حاوی مواد زیر بود:

۱- بافر ۲۵ میلی مولار pH=7 به میزان ۷۵۰ میکرولیتر

۲- آب مقطر به میزان ۷۵۰ میکرولیتر

۳-  $\text{H}_2\text{O}_2$  ۷۰ میلی مولار به میزان ۷۵۰ میکرولیتر

مخلوط واکنش بالا به اضافه ۱۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی در یک کووت شیشه‌ای ۳ میلی لیتری ریخته شد. سپس با قرار گرفتن در دستگاه اسپکتروفتومتری، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در طول موج ۲۴۰ نانومتر و در مدت زمان واکنش ۱۸۰ ثانیه اندازه گیری شد. از مخلوط واکنش بالا بدون عصاره به عنوان شاهد استفاده شد (Aebi, 1984).

$$Activity \left( \frac{U}{ml} \right) = \frac{\Delta A_{240} \times I \times V_t \times df}{\epsilon \times I \times t \times V_s} \quad (3-11)$$

### ۳-۴-۱۲-۲ پلی فنل اکسیداز

برای محاسبه آنزیم پلی فنل اکسیداز مخلوط واکنش حاوی مواد زیر بود:

۱- بافر فسفات ۱۰۰ میلی مولار pH=7 به میزان ۱۴۰۰ میکرولیتر

۲- پیروکاتکول ۱ مولار به میزان ۵۰ میکرولیتر

۳- آب دیونیزه به میزان ۱۴۰۰ میکرولیتر

مخلوط واکنش بالا به اضافه ۱۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی در یک کووت شیشه‌ای ۳ میلی لیتری ریخته و با قرار گرفتن در دستگاه اسپکتروفتومتری، میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در طول موج ۴۲۰ نانومتر و در مدت زمان واکنش ۹۰ ثانیه اندازه گیری شد. از مخلوط واکنش بالا بدون عصاره به عنوان شاهد استفاده شد (Pizzocar et al, 1993).

$$PPO = \frac{(A_2 - A_1)}{0.001 \times 25} \quad (3-12)$$

### ۳-۴-۱۲-۳ آسکوروبات پراکسیداز

برای محاسبه آنزیم آسکوروبات پراکسیداز مخلوط واکنش حاوی مواد زیر بود:

۱- بافر فسفات ۵۰ میلی مولار با pH=7 به میزان ۷۰۰ میکرولیتر

۲- آب دیونیزه ۷۰۰ میکرولیتر

۳- آسکوربیک اسید ۰/۵ میلی مولار به میزان ۱۰۰ میکرولیتر

۴- EDTA ۰/۱ میلی مولار ۱۰۰ میکرولیتر

۵- آب اکسیژنه (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ۲ میلی مولار به میزان ۱۰۰ میکرولیتر

مخلوط واکنش بالا به اضافه ۱۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی در یک کوت شیشه ای ۳ میلی لیتری ریخته شد، سپس با قرار دادن در دستگاه اسپکتروفتومتری، میزان فعالیت آنزیم آسکوروبات پراکسیداز در طول موج ۲۹۰ نانومتر در مدت زمان واکنش ۱۸۰ ثانیه اندازه گیری شد. از مخلوط واکنش بالا بدون عصاره به عنوان بلانک استفاده شد (Nakano and Asada, 1981).

$$Activity \left( \frac{U}{ml} \right) = \frac{\Delta A_{290} \times I \times V_t \times df}{\epsilon \times I \times t \times V_s} \quad (3-13)$$

### ۳-۵ آنالیز آماری

در این آزمایش صفات کاهش وزن و درصد پوسیدگی در تمام تیمارهای دمایی و ظروف بسته بندی تا ۱۲۰ روز انبارمانی آنالیز شدند ولی به دلیل پوسیدگی در برخی از تیمارها در دمای بالای نقطه انجماد و ظروف بسته بندی با ظروف پلاستیکی بدون منفذ و پلی اتیلن زیپ دار صفات کیفی و رنگ میوه قابل اندازه گیری نبود. از این رو آنالیز داده برای سایر صفات به دمای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتیگراد به طور کامل انجام گردید. در دمای بالای صفر نیز آنالیز واریانس صفات مربوط به کیفیت

میوه فقط برای ظروف پلاستیکی منفذ دار برای مدت زمان انباری ۶۰ و ۹۰ روز به صورت جداگانه صورت گرفت و در مدت زمان انبارمانی ۱۲۰ روز به دلیل کاهش وزن قابل ملاحظه و افت شدید کیفیت از نظر ظاهری میوه ها، صفات در آن ها اندازه گیری نشد. برای آنالیز داده ها از نرم افزار Statistix 10.0 استفاده شد. مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون LSD انجام شد و نمودارها با نرم افزار Excel 2019 رسم شدند.

## فصل ۴: نتایج و بحث

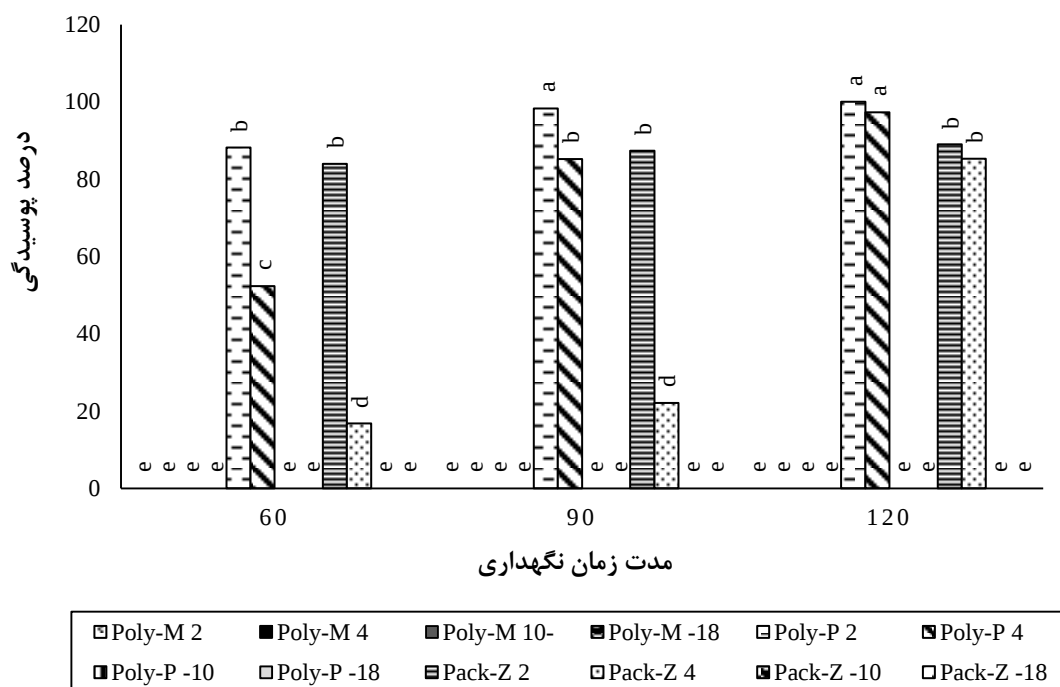
## ۴-۱ درصد پوسیدگی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) نشان داد درصد پوسیدگی زرشک تازه در تمامی تیمارهای (بسته بندی، زمان و دما) و اثرات دو جانبه و اثرات سه جانبه تیمارها در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. مقایسه‌ی میانگین درصد پوسیدگی در تمامی تیمارها نشان داد که بسته های نگهداری شده در دماهای انجماد که شامل دما ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد است در تمام طول مدت زمان نگهداری میوه ها، هیچ گونه پوسیدگی و آلودگی در میوه های بسته بندی شده که در دماهای انجماد نگهداری شده اند، مشاهد نشد. اما در دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد در بسته بندی های پلی اتیلن بدون منفذ و فیلم های پلی اتیلن زیپ دار پوسیدگی مشاهده شد، که با گذشت مدت زمان نگهداری میوه در بسته بندی های ارائه شده در دماهای بالا صفر، میزان فساد میکروبی در این بسته بندی ها افزایش پیدا کرد. همینطور میوه بسته بندی شده با ظروف پلی اتیلن منفذدار، نگهداری شده در دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد فاقد پوسیدگی بودند.

جدول ۴-۱. نتایج تجزیه واریانس اثرات دما، نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی و بر درصد کاهش وزن و درصد پوسیدگی میوه تازه زرشک بی دانه

| منابع تغییرات     | درجه آزادی | درصد پوسیدگی | کاهش وزن  |
|-------------------|------------|--------------|-----------|
| نوع بسته بندی (P) | ۲          | ۱۸۲۶۸**      | ۱۹۸۹/۴۷** |
| دما (T)           | ۳          | ۲۴۷۵۵/۸**    | ۶۲۳/۴۱**  |
| زمان (Ti)         | ۲          | ۱۰۷۷**       | ۱۷۹/۴۴**  |
| T*P               | ۶          | ۶۸۷۶**       | ۲۹۵/۴۶**  |
| Ti*P              | ۴          | ۳۹۶/۷**      | ۳۳/۵۶**   |
| T*Ti              | ۶          | ۷۷۹/۶**      | ۲۸/۴۲**   |
| T*P*Ti            | ۱۲         | ۳۲۰**        | ۱۳/۱۶**   |
| خطا               | ۷۰         | ۱۱/۴         | ۰/۴۸      |
| CV                |            | ۱۳/۳۹        | ۴/۰۸      |

ns، \*\*، \*\*\* به ترتیب سطوح معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار است.



شکل ۴-۱ نمودار اثرات متقابل دما، مدت زمان انبارمانی، بسته بندی بر درصد پوسیدگی میوه تازه زرشک بی دانه

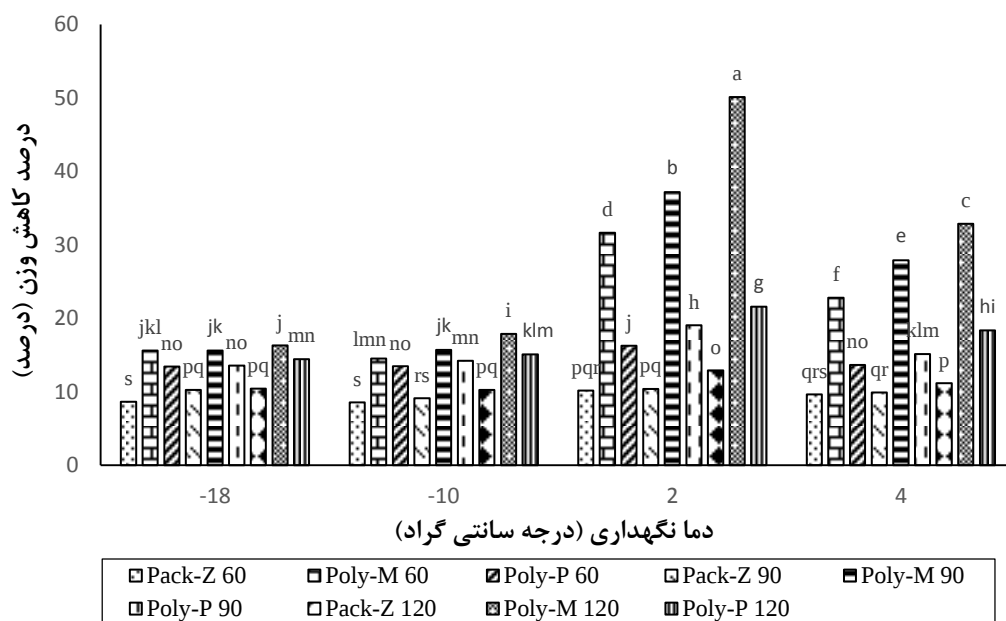
بررسی شکل ۴-۱ که اثرات متقابل سه جانبه را بر درصد پوسیدگی نشان می‌دهد که بیشترین میزان پوسیدگی در پایان دوره آزمایش ۱۲۰ روز مربوط به ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد به میزان ۱۰۰ و ۹۷/۳۳ درصد است. کمترین میزان پوسیدگی در پایان دوره آزمایش مرتبط به تمامی بسته های نگهداری داری شده در دمای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان صفر درصد پوسیدگی است.

وانی و همکاران در سال ۲۰۱۸ گزارش کردند که با افزایش مدت زمان نگهداری گیلای ها در شرایط اتمسفر کنترل شده در دمای محیط و یخچال پوسیدگی افزایش یافت به صورتی که پس از ۲۸ روز انبارمانی در دمای یخچال (۴ درجه) میزان پوسیدگی ۴۳/۲۳ درصد مشاهده شد (Wani et al, 2018) و همینطور به علت بخار آب داخل بسته بندی در دانه های انار بار میکروبی تا ۹ روز افزایش یافت

(Belay et al, 2018). در گزارش دیگری که اثرگذاری آب گرم و پوشش پلی اتیلنی (بدون منفذ) بر انبارمانی و کیفیت میوه انار بررسی شد، مشاهده کردند که استفاده از پوشش های پلی اتیلنی به صورت معنی داری باعث تحریک رشد قارچ ها و افزایش میزان آلودگی شده است (طلایی و همکاران، ۱۳۸۹) و نتیجه گزارشات بالا با آزمایش همخوانی دارد.

## ۴-۲ درصد کاهش وزن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) نشان داد درصد کاهش وزن زرشک تازه در تمامی تیمارها (نوع بسته بندی، دما، زمان و اثرات دو جانبه ) دما ونوع بسته بندی، زمان و بسته بندی، دما و زمان ) و اثرات سه جانبه دما، بسته بندی و زمان، در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. مقایسه‌ی میانگین اثر تیمار در زمان نشان داد که وزن زرشک تازه در طی مدت زمان انبارمانی کاهش یافته است. بررسی اثرات متقابل سه جانبه نشان داد که بیشترین کاهش وزن در تیمارهای مورد آزمایش مربوط به تیمار بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در زمان ۱۲۰ روز در دمای ۲ درجه سانتی گراد با میزان کاهش وزن ۵۰ درصد است و کمترین میزان کاهش وزن مرتبط به تیمارهای فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد در مدت زمان انبارمانی ۱۲۰ روز به ترتیب به میزان ۱۰/۲۵ و ۱۰/۴۱ درصد مشاهده شد (شکل ۴-۲).



شکل ۴-۲ نمودار اثرات متقابل دما، مدت زمان انبارمانی، بسته بندی بر درصد کاهش وزن میوه تازه زرشک بی دانه

به دلیل کاهش وزن و میزان پوسیدگی بالا در نمونه ها نگهداری شده در دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد و عدم وجود پوسیدگی در نمونه های دمای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد میزان کاهش وزن در این دماها را جداگانه هم مورد بررسی قرار داده شد و بیشترین کاهش وزن در نمونه های منجمد شده مربوط به بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در زمان ۱۲۰ روز در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد با میزان کاهش ۱۷/۸ درصد مشاهده شد.

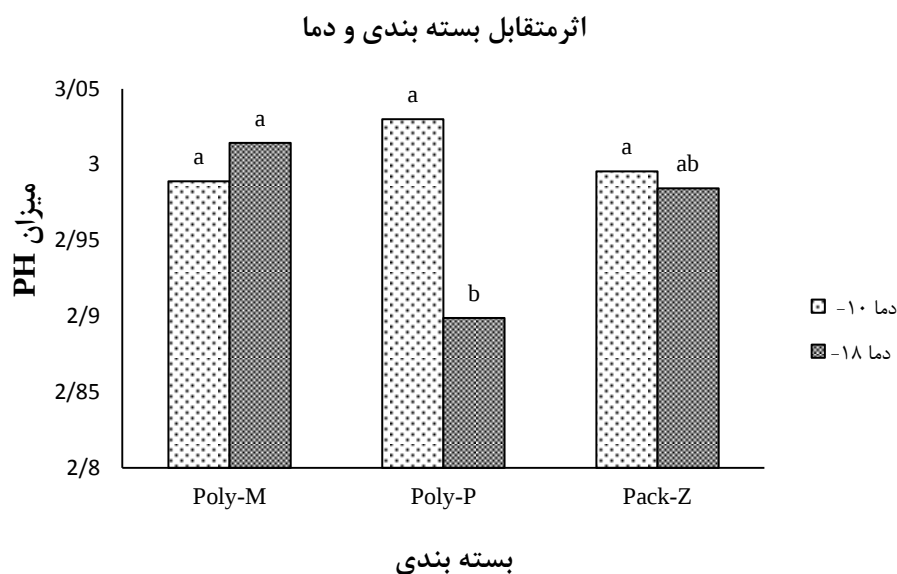
مشخص شده است که در میوه های زرشک، در دمای بالا صفر افت وزن به طور قابل توجهی صورت می گیرد که به علت افزایش سرعت واکنش های شیمیایی مانند تنفس و تعرق و همینطور فعالیت میکروارگانیسم ها (میکروارگانیسم ها با آسیب به غشا و دیواره سلولی سبب افت وزن هستند) در دمای بالا مشاهده می شود که نتایج بدست آمده با آزمایش همخوانی دارد (نیازمند و یگانه زاد، ۱۳۹۹)

کاهش وزن یک فرآیند فیزیولوژیکی مهم است و مهم ترین علت کاهش وزن محصولات در طی دوره انبارمانی، به خاطر از دست دادن آب ناشی از فرآیندهای تعرق و تنفس می باشند

(USDA,2009). به صورت طبیعی مقدار کاهش وزن محصولات با افزایش مدت زمان انبارمانی محصول کاهش پیدا می‌کند. کاهش وزن محصولات باعث تغییرات متابولیکی، تسریع پیری، فعالی سازی آنزیم ها، کاهش ارزش تغذیه ای، افزایش عطر و طعم و بو و کاهش بازار پسندی محصول می شود (Milda and Kerry, 2009). کمتر بودن کاهش وزن در بسته بندی فیلم های پلاستیک پلی اتیلن زیپ دار به علت پایین آمدن فرآیندهای فیزیولوژیکی همانند تعرق و تنفس است که احتمالا به علت کاهش نفوذ پذیری فیلم های پلاستیک پلی اتیلن و کاهش محتوای اکسیژن بسته بندی ( کاهش سرعت تنفس) و در نهایت کاهش تبخیر آب نسبت به سایر بسته بندی ها شده است Shafiee (et al, 2010; Kardar ,1997).

## ۳-۴ pH عصاره ها

براساس جدول تجزیه واریانس ۲-۴ پی اچ عصاره نمونه ها فقط در دمای های انجماد اثرات متقابل بسته بندی و دما در سطح ۵ درصد معنی دار بود و در سایر حالت ها معنی دار نبود (شکل ۳-۴). بر اساس بررسی های انجام شده با افزایش مدت زمان نگهداری میوه های بسته بندی شده، میزان پی اچ کاهش پیدا می کند.

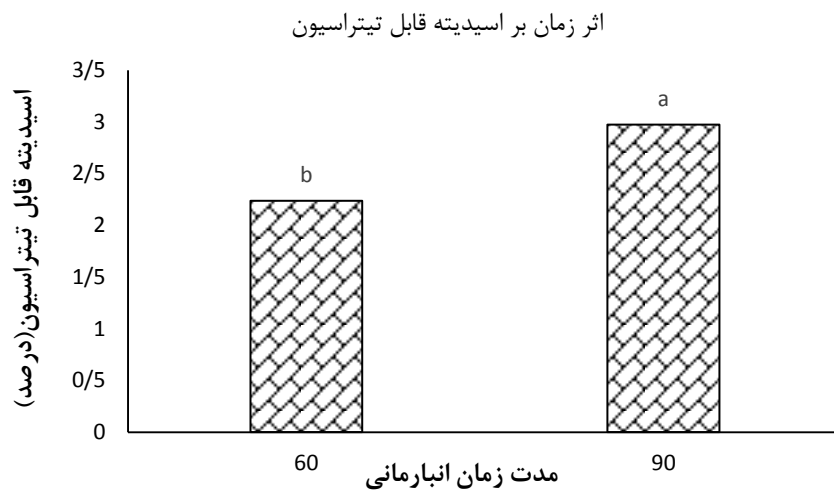


شکل ۳-۴ اثرات متقابل دو گانه دماهای انجماد و بسته بندی بر pH در میوه زرشک بی دانه

بر اساس جدول ۳-۴ مشاهده می کنیم که اختلاف معنادار محسوسی در میان داده ها وجود ندارد و کمترین میزان پی اچ مربوط است به بسته بندی پلی اتیلن بدون منفذ در دما ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان ۲/۸۹ است که تفاوت معنادار محسوسی با فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دما ۱۸- درجه سانتی گراد با میزان ۲/۹۸ ندارد.

#### ۴-۴ اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)

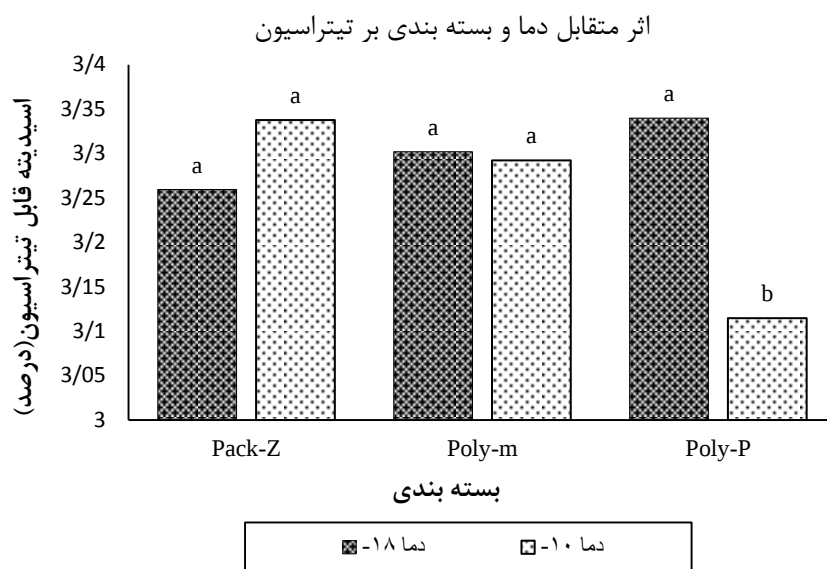
بر اساس جدول ۳-۴ و ۲-۴ تجزیه واریانس، اسیدیته قابل تیتراسیون در بسته بندی های پلی اتیلن منفذدار در دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد تنها در اثر زمان در سطح ۱ درصد معنی دار بودند (شکل ۴-۴) و بسته بندی های موجود در دمای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد در تمامی اثرات متقابل دو جانبه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود.



شکل ۴-۴ اثر مستقل زمان بر روی تیتراسیون در دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار

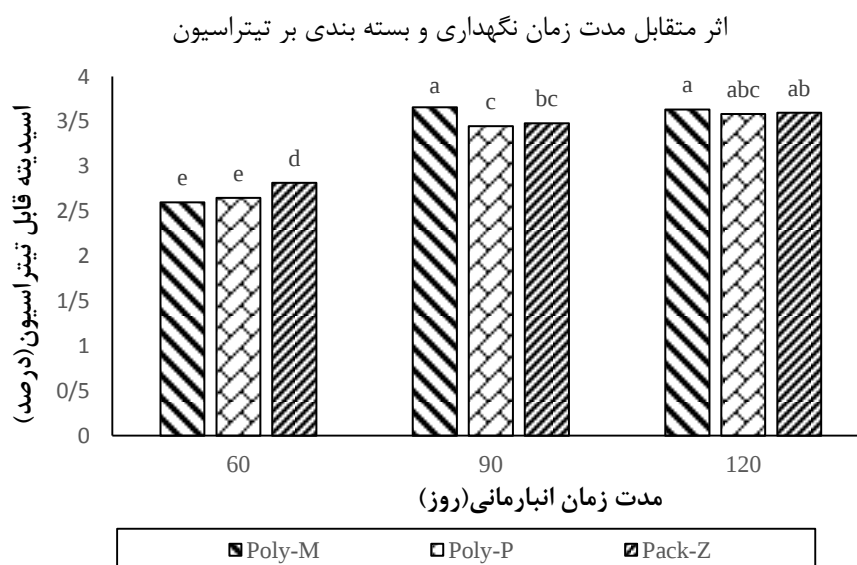
در شکل ۴-۴ با افزایش مدت زمان نگهداری محصول، افزایش میزان اسیدیته قابل تیتراسیون مشاهده شده است.

شکل ۵-۴ اثر متقابل دما و بسته بندی در دمای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد را نشان می دهد که کمترین میزان اسید قابل تیتراسیون مربوط به ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دما ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۳/۱ درصد است و در میان سایر تیمارهای اختلاف معناداری وجود ندارد.



شکل ۴-۵ اثرات متقابل دماهای انجماد و بسته بندی بر تیتراسیون در میوه زرشک بی دانه

شکل ۴-۶ اثر متقابل مدت زمان انبارمانی و بسته بندی در دمای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد را نشان می دهد و در پایان دوره آزمایش (۱۲۰ روز) اختلاف معنی داری میان تیمارها مشاهده نشد.



شکل ۴-۶ اثرات متقابل مدت زمان نگهداری و بسته بندی (در دمای انجماد) بر تیتراسیون در میوه زرشک تازه بی دانه

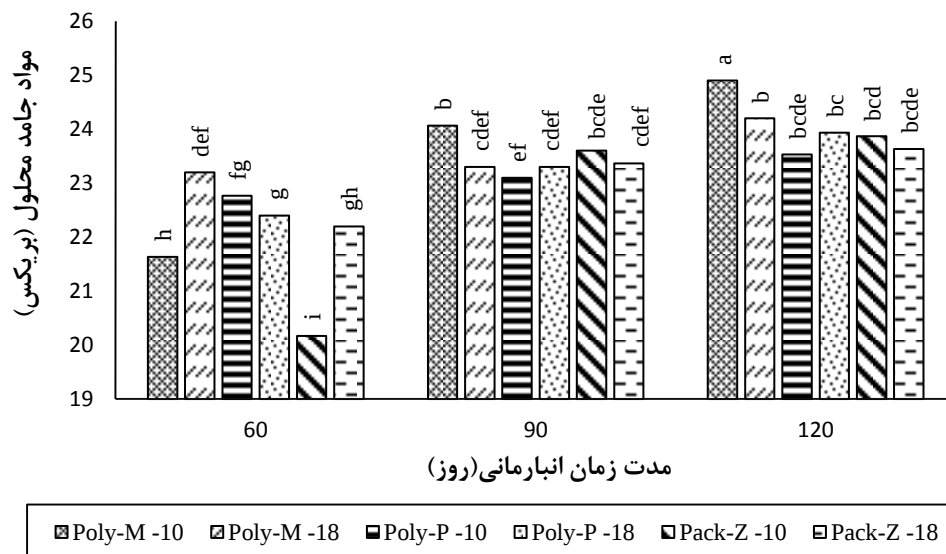
روند کاهشی در اسیدیت می تواند به دلیل تغییرات متابولیکی میوه و یا مصرف اسیدها در طی تنفس باشد که نتایج این گزارش با آزمایش همخوانی ندارد (Dong and Wang, 2018). اما در گزارش دیگری که توسط نیازمند و یگانه زاد بر روی میوه زرشک تازه انجام شد، تغییرات اسیدیت در بسته هایی از جنس پلی اتیلن / پلی استر تحت اتمسفر دی اکسید کربن و تحت اتمسفر نسبی دی اکسید کربن در دماهای ۴ و ۲۵ درجه سانتی گراد در طول مدت زمان ۲۸ روز انبارمانی، میزان اسیدیت آن افزایش یافت (نیازمند و یگانه زاد، ۱۳۹۹) که نتیجه بدست آمده از این گزارش با آزمایش ما همخوانی دارد. وجود دی اکسید کربن در محیط بسته بندی محصول می تواند با تشکیل اسیدکربنیک، آمینواسیدها و اسیدهای چرب آزاد طی واکنش های لیپولیز و پروتئولیز همسو باشد که سبب افزایش اسیدیت می شود. همینطور فعالیت میکروارگانیسم ها می تواند سبب ترشیدگی و تخمیر شود که منتج به افزایش میزان اسیدیت است (Khoshgozaran et al, 2012).

اسیدیت قابل تیتراسیون به صورت مستقیم در ارتباط با غلظت اسیدهای آلی غالب میوه است که یک پارامتر اساسی و مهم در نگهداری کیفیت میوه ها است (Ding et al, 1998). تیماری که باعث کندشدن سرعت متابولیسم و روند پیری محصول می شود میتواند سرعت تغییر اسیدیت قابل تیتراسیون را در طول انبارداری کاهش دهد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۴). به طور معمول محتوای اسیدهای آلی در اثر تنفس و یا تبدیل شدن به قندها کاهش پیدا می کنند و کاهش آنها رابطه مستقیم با فعالیت های متابولیکی دارد. حفظ اسیدهای آلی در میوه ها نتیجه پایین آمدن سرعت فرآیندهای مربوط به پیری و رسیدن و کاهش تنفس و سایر فعالیت های متابولیکی است. همچنین میتواند به خاطر نفوذپذیری کم اکسیژن و ایجاد اتمسفر تغییر یافته و میزان کمتر تنفس به واسطه تفاوت در میزان نفوذپذیری فیلم ها و در نتیجه جلوگیری از اکسیداسیون اسیدهای آلی باشد (Yaman and Bayoindirli, 2002).

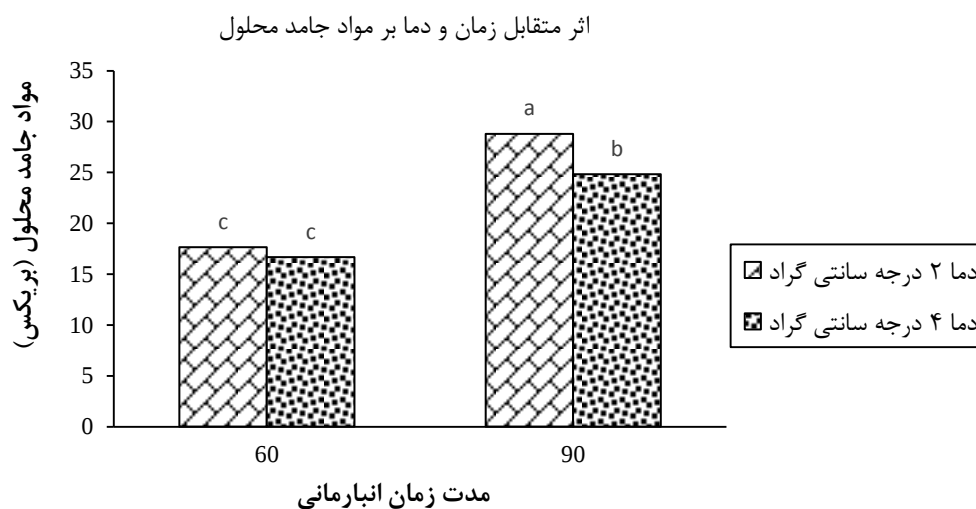
#### ۴-۵ مواد جامد محلول (TSS)

بر اساس ۲-۴ و ۳-۴ تجزیه واریانس مواد جامد محلول در اثرات اصلی تیمار با سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. به طور کلی در طی مدت زمان انبارمانی ۱۲۰ روز افزایش تدریجی میزان مواد جامد محلول مشاهده شد.

بر اساس شکل ۴-۷ میزان مواد جامد محلول با افزایش زمان نگهداری افزایش می یابد. در آخرین دوره آزمایش (۱۲۰ روز) بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به ظروف پلی اتیلن منفذدار در دما ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۲۴/۹ درجه بریکس است و میان سایر تیمارها در پایان آزمایش اختلاف معنی دار محسوسی مشاهده نشد.



شکل ۴-۷ اثرات دماهای انجماد ، مدت زمان انبارمانی، بسته بندی بر مقدار مواد جامد محلول (برحسب بریکس) در میوه تازه زرشک بی دانه



شکل ۴-۸ اثر متقابل زمان و دما بالا صفر بر روی مواد جامد محلول در در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار

همینطور بر اساس شکل ۴-۸ مشاهده می کنیم که با افزایش زمان نگهداری بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در دما های ۲ و ۴ درجه سانتی گراد میزان مواد جامد محلول افزایش می یابد و در پایان دوره آزمایش در دماهای بالا صفر (۹۰ روز) بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۲ درجه سانتی گراد به میزان ۲۸/۸ درجه بریکس است.

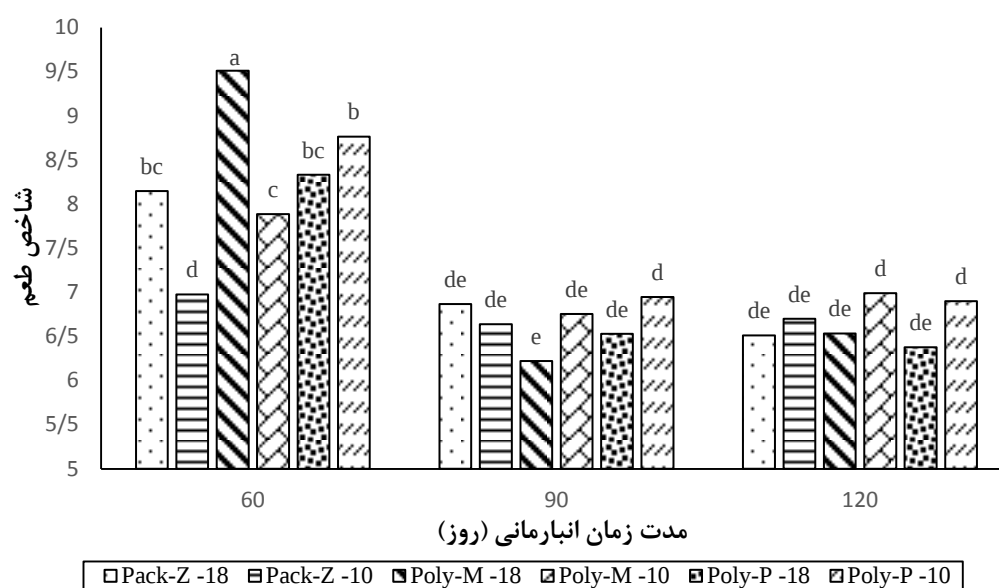
گزارشی درمورد روند افزایشی میزان مواد جامد محلول سیب زمینی در طی مدت زمان انبارمانی در دماهای مختلف بیان شده است که نتیجه حاصل شده با آزمایش همخوانی دارد ( Nourian et al, 2003).

به صورت طبیعی تیماری که بیشترین از دست دهی رطوبت یا کاهش وزن را داشته باشد بیشترین مواد جامد محلول کل را نشان می دهد. طبق گفته محققین به طور معمول اسیدهای آلی از طریق تنفس مصرف می شوند (Perez-Vicente et al, 2002). افزایش مواد جامد محلول در نتیجه کاهش آب میوه و یا تجزیه قندهای مرکب به قندهای ساده تر در نتیجه پیشرفت پیری پدیدار می شود. تیمارهایی که باعث کاهش پیری و تنفس می شوند از بالا رفتن سریع مواد جامد محلول جلوگیری به عمل می آورند (Kittur et al , 2001; Li and Yu, 2001).

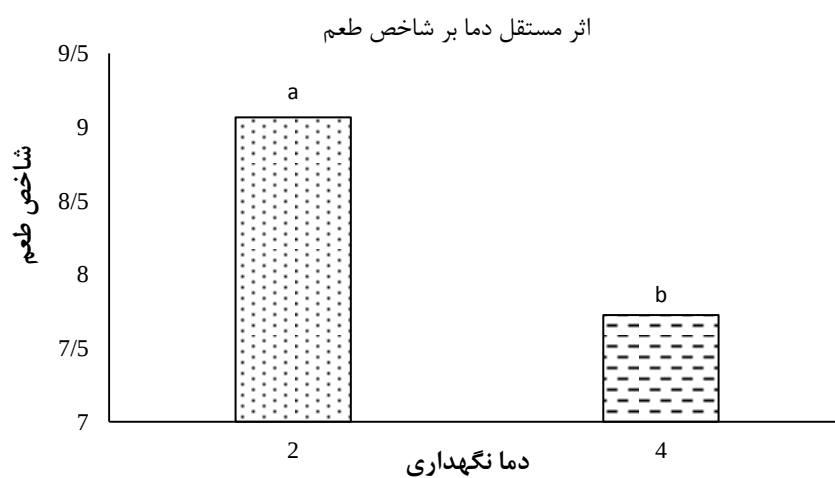
## ۴-۶ شاخص طعم

براساس جدول ۳-۴ و ۲-۴ تجزیه واریانس شاخص طعم در نمونه های باقیمانده در دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد معنی دار نبودند ولی در دماهای ۱۰- و ۱۸- در تمامی اثرات به جز اثر مستقل دما در سطوح مختلف معنی دار بودند.

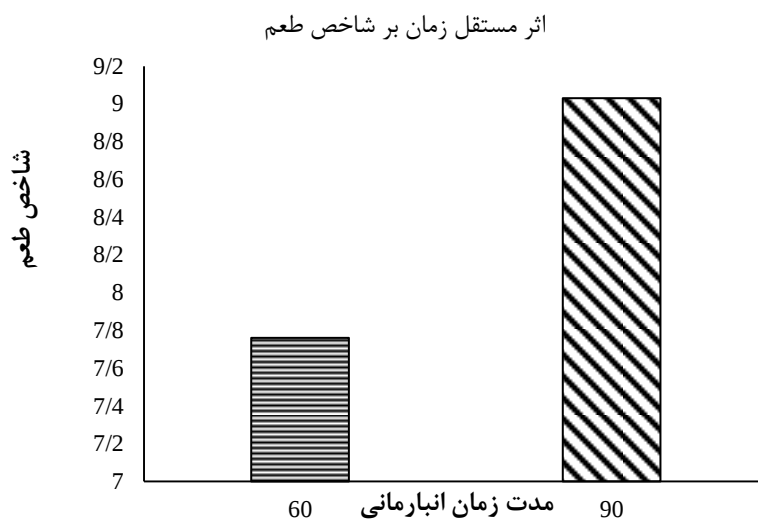
براساس شکل ۴-۹ که اثرات متقابل سه گانه بسته بندی، مدت زمان نگهداری و دما نگهداری بر روی میوه تازه زرشک است. میزان شاخص طعم با افزایش مدت زمان انبارمانی محصول روند کاهشی داشته است. در آخرین دوره آزمایش (۱۲۰ روز) در میان تیمارها موجود اختلاف معنی داری مشاهده نشد.



شکل ۹-۴ اثرات متقابل دماهای انجماد، مدت زمان انبارمانی و بسته بندی بر شاخص طعم در میوه تازه زرشک بی دانه



شکل ۱۰-۴ اثر مستقل دما بالا صفر بر روی شاخص طعم در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار



شکل ۴-۱۱ اثر مستقل زمان (در دما بالا صفر) بر روی شاخص طعم در در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار

بر اساس بررسی شکل ۴-۱۰ و ۴-۱۱ مشاهده کردیم که میزان شاخص طعم در بسته بندی های پلی اتیلن منفذدار در دماهای بالا صفر با افزایش مدت انبارمانی، افزایش می یابد و عملکرد شاخص طعم در دما ۲ درجه سانتی گراد بیشتر از دما ۴ درجه سانتی گراد است.

جدول ۴-۲ نتایج تجزیه واریانس دماهای انجامد، بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر صفات بیوشیمیایی

| منابع تغییرات     | درجه آزادی | کاهش وزن            | PH                    | تیتراسیون             | مواد جامد محلول      | شاخص طعم             |
|-------------------|------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| نوع بسته بندی (P) | ۲          | ۱۹۴/۳۳۶**           | ۰/۰۰۶۲۵ <sup>ns</sup> | ۰/۰۲۹۸۴ <sup>ns</sup> | ۲/۴۹۴۱**             | ۰/۶۸۷۸*              |
| دما (T)           | ۱          | ۰/۰۲۹ <sup>ns</sup> | ۰/۰۲۰۴۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۳۶۷۱ <sup>ns</sup> | ۰/۶۰۱۷ <sup>ns</sup> | ۰/۰۳۶۹ <sup>ns</sup> |
| زمان (Ti)         | ۲          | ۱۳/۰۷۹**            | ۰/۳۹۲۵۲**             | ۴/۶۶۶۰۴**             | ۱۸/۱۶۶۹**            | ۱۵/۴۵۴۲**            |
| T*P               | ۲          | ۱/۰۱۱*              | ۰/۰۳۰۲۲*              | ۰/۱۰۹۷۱**             | ۰/۳۲۸۹ <sup>ns</sup> | ۰/۹۱۹**              |
| Ti*P              | ۴          | ۰/۴۱۱ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۸۳۷ <sup>ns</sup> | ۰/۰۶۴۰۹**             | ۱/۳۳۸**              | ۰/۸۸۵**              |
| T*Ti              | ۲          | ۱/۴۲۵**             | ۰/۰۱۷۰۷ <sup>ns</sup> | ۰/۱۰۸۴۲**             | ۲/۵۴۳۹**             | ۱/۸۵۴۸**             |
| T*P*Ti            | ۴          | ۰/۹۷*               | ۰/۰۰۳۳ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۲۱۳۳ <sup>ns</sup> | ۱/۴۵۴۴**             | ۰/۵۶۸۱*              |
| خطا               | ۳۴         | ۰/۲۴۷               | ۰/۰۰۸۰۴               | ۰/۰۱۳۸۲               | ۰/۱۷۱۶               | ۰/۱۵۳۱               |
| CV                |            | ۳/۷۷                | ۳                     | ۳/۵۹                  | ۱/۷۹                 | ۵/۴۴                 |

\*\*\*، \*\*، \* به ترتیب سطوح معنی دار در سطح پنج و یک درصد و غیر معنی دار است.

جدول ۳-۴ نتایج تجزیه واریانس دمای ۲ و ۴ درجه سانتی‌گراد و بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در مدت زمان ۶۰ و ۹۰ روز انبارمانی بر صفات بیوشیمیایی

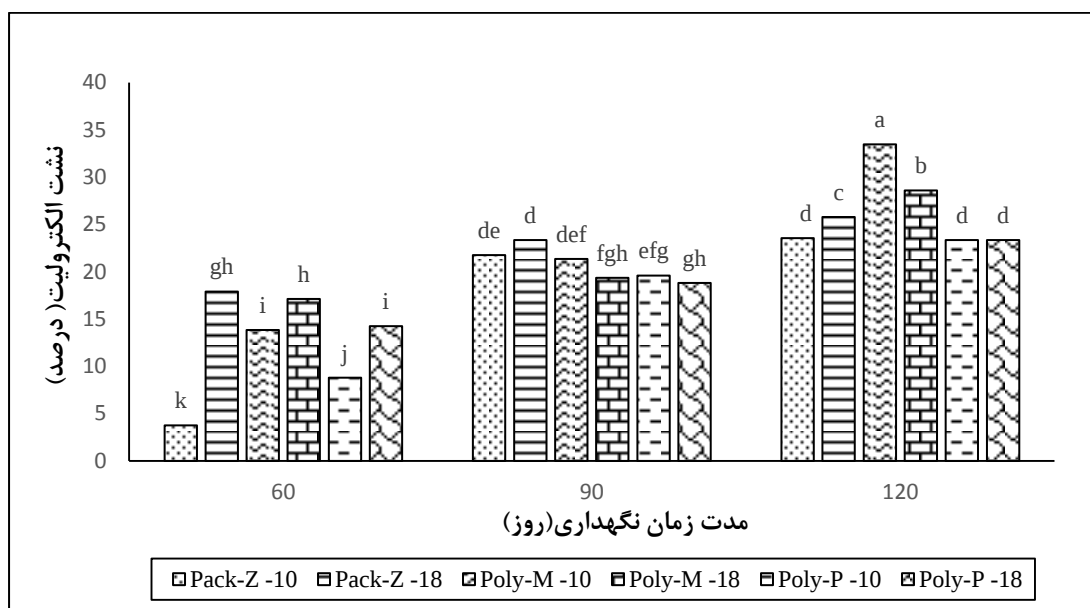
| منابع     | درجه  | pH                    | تیتراسیون             | مواد جامد             | شاخص                  |
|-----------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| تغییرات   | آزادی |                       |                       | محلول                 | طعم                   |
| دما (T)   | ۱     | ۰/۰۷۳۴ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۵۱۹۲ <sup>ns</sup> | ۱۸/۲۵۳ <sup>**</sup>  | ۵/۴۰۶۱ <sup>**</sup>  |
| زمان (Ti) | ۱     | ۰/۷۶۵ <sup>ns</sup>   | ۱/۶۲۵۰۹ <sup>**</sup> | ۲۸۰/۳۳۳ <sup>**</sup> | ۴/۸۳۶۱۲ <sup>**</sup> |
| T*Ti      | ۱     | ۰/۵۲۴۳۹ <sup>ns</sup> | ۰/۰۶۳۷۵ <sup>ns</sup> | ۶/۷۵ <sup>*</sup>     | ۰/۰۱۲۲۱ <sup>ns</sup> |
| خطا       | ۶     | ۰/۰۸۷۳۹ <sup>ns</sup> | ۰/۰۳۴۸۸               | ۰/۹                   | ۰/۳۵۷۸۳               |
| CV        |       | ۶/۰۳                  | ۷/۱۷                  | ۴/۳۱                  | ۷/۱۳                  |

ns، \*\*، \* به ترتیب سطوح معنی دار در سطح پنج و یک درصد و غیر معنی دار است.

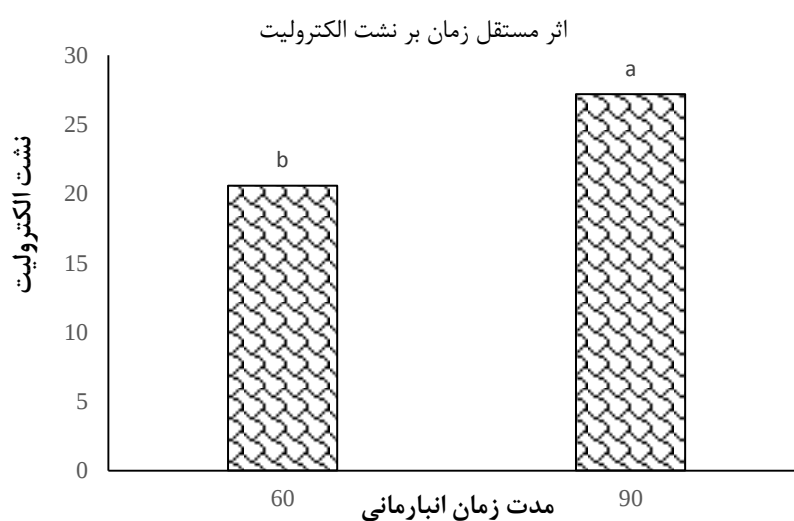
## ۷-۴ نشت الکتrolیت (EC)

براساس جدول ۴-۴ و ۵-۴ تجزیه واریانس نشت الکتrolیت در جدول ۴-۴ داده ها در تمامی اثرات مستقل، اثرات دوگانه و اثر سه گانه تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند و در جدول ۵-۴ تنها در اثر مستقل زمان در سطح پنج درصد معنی دار بودند.

شکل ۴-۱۲ مربوط به اثرات متقابل دما انجماد، بسته بندی و مدت زمان انبارمانی است که با بررسی آن مشاهده شد میزان نشت الکتrolیت با افزایش زمان نگهداری بیشتر شده است. در آخرین دوره آزمایش (۱۲۰ روز) بیشترین میزان نشت الکتrolیت مربوط به ظروف پلی اتیلن منفذدار در دما ۱۰- درجه سانتی‌گراد به میزان ۳۳/۴۷ است و کمترین میزان نشت الکتrolیت مربوط به ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دما ۱۰- درجه سانتی‌گراد، ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دما ۱۸- درجه سانتی‌گراد و فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دما ۱۰- درجه سانتی‌گراد به ترتیب به میزان ۲۳/۳۶، ۲۳/۳۵ و ۲۳/۵ است.



شکل ۴-۱۲ اثرات متقابل دماهای انجماد، مدت زمان نگهداری و بسته بندی بر نشت الکترولیت برمیوه تازه زرشک بی دانه



شکل ۴-۱۳ اثر مستقل مدت زمان نگهداری (در دما بالا صفر) بر روی نشت الکترولیت در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار

با توجه به شکل ۴-۱۳ مشاهده شد، با افزایش مدت زمان انبارمانی توسط بسته بندی پلی اتیلن

منفذدار در دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد، میزان نشت الکترولیت افزایش می یابد.

افزایش میزان نشت الکترولیت در ریحان در دمای ۱۲- درجه سانتی گراد به نسبت دمای ۶- درجه

سانتی گراد در طول مدت زمان نگهداری مشاهده شد (Nezami et al, 2010) که نتیجه بدست آمده با آزمایش ما همخوانی دارد.

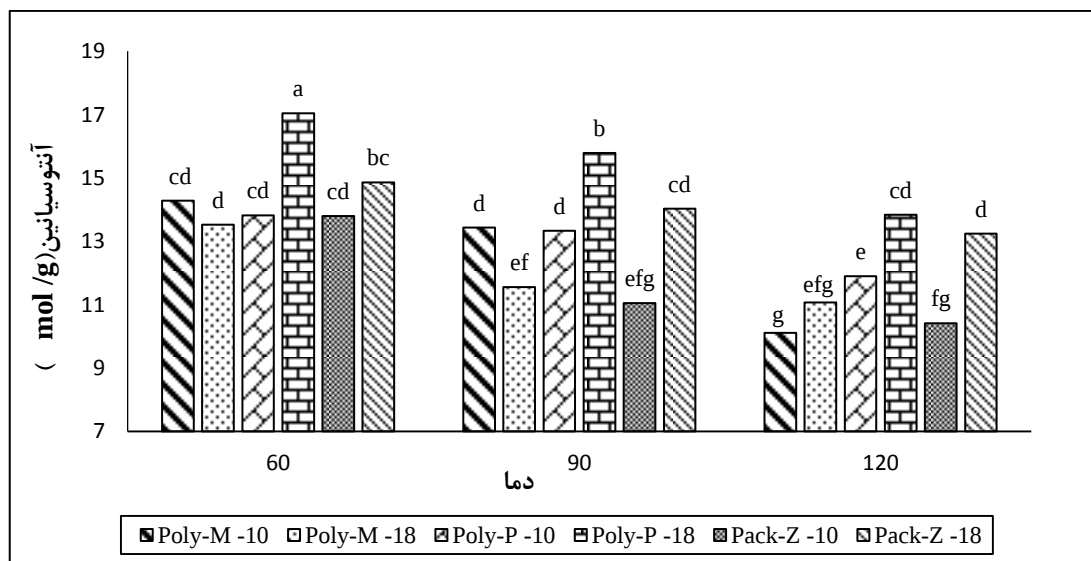
رادیکال های آزاد با اسیدهای چرب که در غشاء سلولی قرار دارند، واکنش داده و باعث اکسیداسیون لیپیدهای غشاء می شوند که به دنبال آن نفوذپذیری انتخابی غشاء از بین رفته و یون ها به سمت بیرون از سلول نشت می کنند (Kang et al, 2003). براساس تحقیقات انجام شده با افزایش مدت زمان نگهداری میزان نشت الکتروولت افزایش می یابد (Braaksma et al, 1994). سرما باعث تغییر حالت غشاء سلولی میوه از فاز مایع به ژل می شود که بوسیله این تغییر فیزیکی، فعالیت غشاء مختل میگردد (Baek and Shinner, 2003). غشاء پلاسمایی اولین مکانی می باشد که در صورت قرارگیری در تنش سرما دچار آسیب و خسارت می شود (Uemura et al, 2006). از این جهت پژوهشگران اظهار داشتند که تداوم انسجام غشاء پلاسمایی از عوامل اصلی بقا گیاه در شرایط تنش سرما است (Mckersie and Leshem, 1994).

## ۸-۴ آنتوسیانین

براساس جدول ۴-۴ و ۵-۴ تجزیه واریانس آنتوسیانین در جدول ۴-۴ داده ها اثرات مستقل و اثر متقابل دوگانه اثر دما و بسته بندی و همینطور اثر متقابل سه گانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند.

بر اساس شکل ۴-۱۴ مشاهده شد که میزان آنتوسیانین در محصول در طی مدت زمان انبارمانی کاهش می یابد. در پایان دوره آزمایش (۱۲۰ روز) بیشترین میزان آنتوسیانین در نمونه های فریز شده مربوط به ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دما ۱۸- درجه سانتی گراد و فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دما ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان ۱۳/۸۳ و ۱۳/۲۴ میکرو مول بر گرم است. کمترین میزان آنتوسیانین در نمونه های فریز شده هم مربوط به ظروف پلی اتیلن منفذدار و فیلم های پلی اتیلن

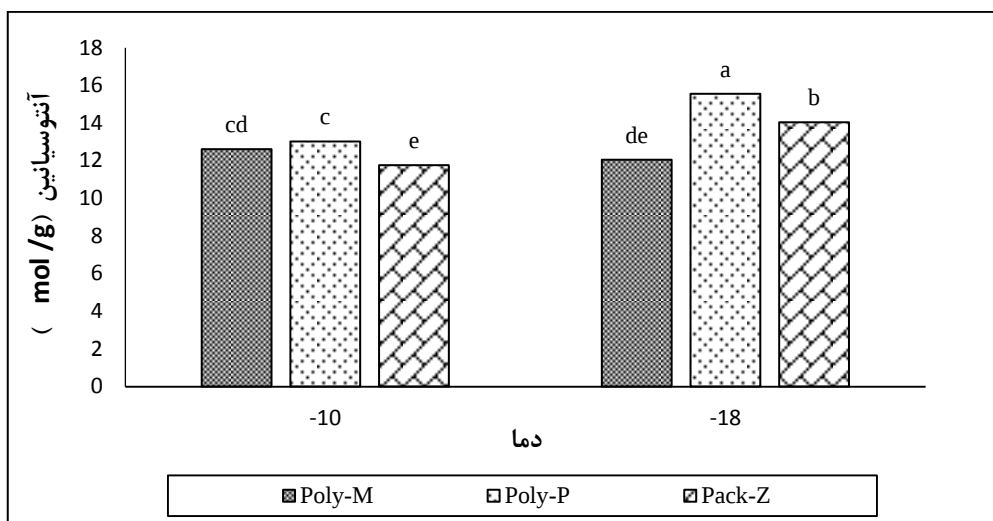
زیپ دار در دما ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۱۰/۱۱ و ۱۰/۴۱ میکرومول بر گرم است.



شکل ۴-۱۴ اثرات متقابل دماهای انجماد، بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر آنتوسیانین درمیوه تازه زرشک بی دانه

براساس شکل ۴-۱۵ که اثرات متقابل دوگانه دما و بسته بندی را نشان می دهد بیشترین مقدار آنتوسیانین مربوط به ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۱۸- با میزان ۱۵/۵۵ میکرومول بر گرم و کمترین مقدار در فیلم های پلی اتیلن پلاستیکی زیپ دار در دمای ۱۰- با میزان ۱۱/۷۵ میکرومول بر گرم مشاهده شد. همینطور با بررسی شکل متوجه می شویم عملکرد میزان آنتوسیانین در دما ۱۸- درجه سانتی گراد به نسبت دمای ۱۰- بهتر است.

در گزارشات متعددی در میوه های توت فرنگی (vargas et al, 2006)، لیچی (jingal et al, 2005)، انار (fawole and opera, 2013) بیان شد میزان آنتوسیانین کل با پوشش های مختلف در طی مدت زمان انبارمانی کاهش پیدا کرده است که نتیجه این گزارشات با آزمایش ما همخوانی دارد.



شکل ۴-۱۵ اثر متقابل دماهای انجماد و بسته بندی بر آنتوسیانین در میوه تازه زرشک بی دانه

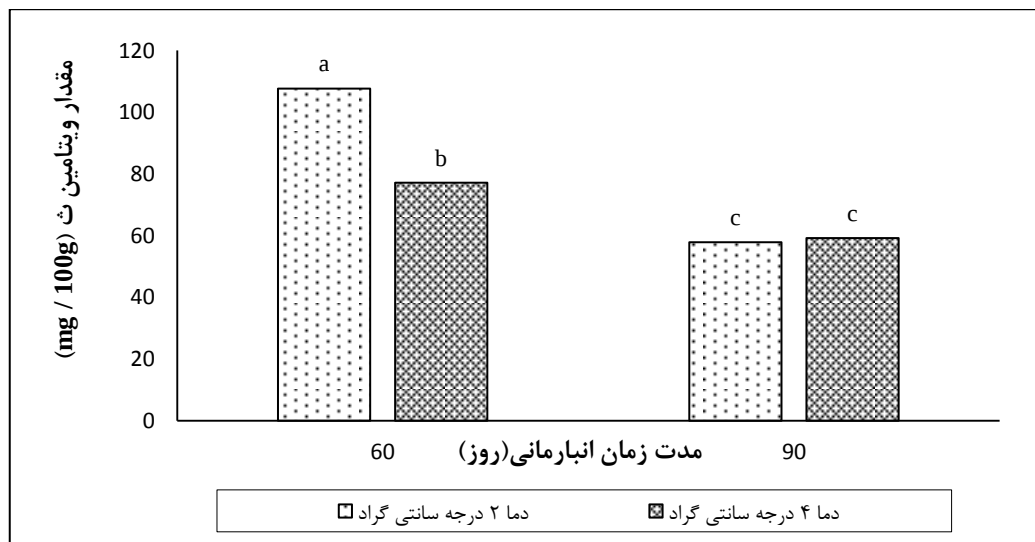
اهمیت آنتوسیانین ها به دلیل خواص آنتی اکسیدانی آنها است. آنتوسیانین ها به عنوان ترکیبات ضد اکسایشی در گیاهان بیان می شوند و فعالیت بالای ضد اکسایشی آنتوسیانین به خاطر ویژگی احیا کنندگی آنها است (Van Acker et al , 1995). با قرار گرفتن میوه در دمای انجماد، غشا سلول ها به خاطر حضور اکسیژن فعال و دیگر رادیکال های آزاد آسیب می بینند. آنتوسیانین هایی که در واکوئل تجمع پیدا کرده اند به احتمال زیاد غشا واکوئل را از تخریب و صدمه در دما پایین محافظت می کند (Gould, 2004). کاهش میزان آنتوسیانین کل در شرایط انبارداری میتواند در اثر تخریب آنها به دلیل افزایش فعالیت آنزیم های PPO، POD باشد. تیمار بسته بندی ها در صورت اثر گذاری باعث به تاخیر انداختن تخریب آنتوسیانین ها میشود (Barman et al, 2011 ; Varasteh et al, 2012).

## ۹-۴ ویتامین ث

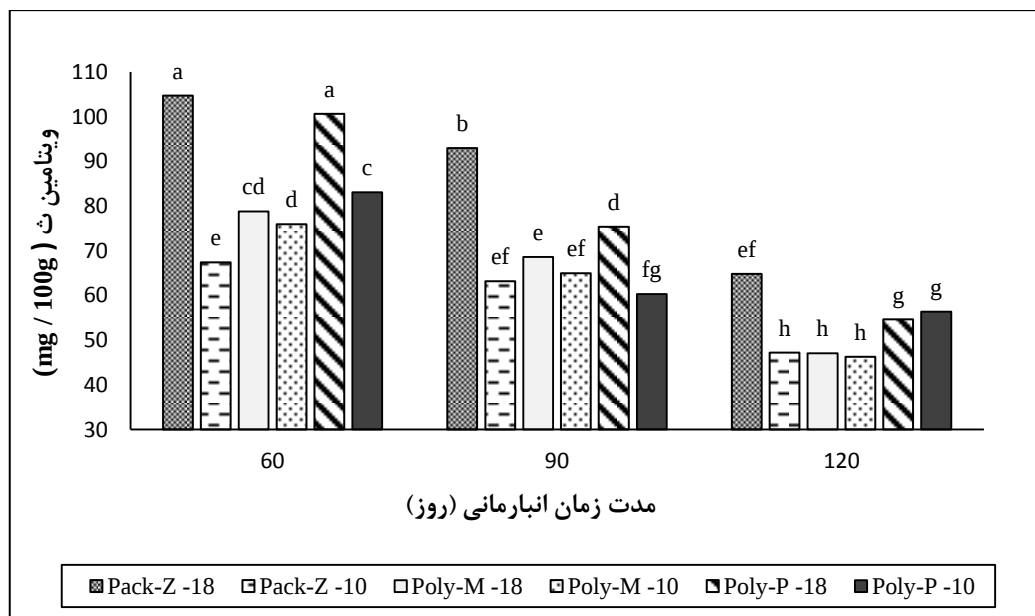
براساس جدول ۴-۴ و ۴-۵ تجزیه واریانس ویتامین ث مشاهده شد که در هر دو جدول در تمامی اثرات مستقل و متقابل در سطوح احتمال مختلف ( یک و پنج درصد) معنی دار شدند.

بر اساس شکل ۴-۱۶ بهترین دما برای نگهداری ظروف پلی اتیلن منفذدار دمای ۲ درجه سانتی

گراد در مدت زمان انبارمانی ۶۰ روز با میزان ۱۰۷/۷ می باشد و در ۹۰ روز انبارمانی ظروف پلی اتیلن منفذدار تفاوت چندانی بین دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد مشاهده نشد.



شکل ۴-۱۶ اثر متقابل مدت زمان نگهداری و دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار



شکل ۴-۱۷ اثرات متقابل بسته بندی و دماهای انجماد و مدت زمان انبارمانی بر ویتامین ث در میوه تازه زرشک بی دانه

بر اساس شکل ۴-۱۷ که اثرات متقابل دما انجماد، بسته بندی و مدت زمان انبارمانی است، مشاهده شد که میزان ویتامین ث با گذشت مدت زمان انبارمانی، کاهش می یابد. در آخرین دوره آزمایش (۱۲۰ روز) بیشترین مقدار ویتامین ث مربوط به فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان ۶۴/۸۵ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم است و کمترین مقدار ویتامین ث هم مرتبط به ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد و فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۴۶/۳، ۴۷/۰۹ و ۴۷/۲ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم است.

در گزارشی بیان شد که آسکوربیک اسید یک کوفاکتور در واکنش های آنزیمی است که در مواجهه با تنش های اکسایشی پس از برداشت مصرف شده و میزان آن در طی مدت انبارمانی کاهش می یابد (B-Gol et al, 2013) و در گزارش دیگری که بر روی میوه کیوی انجام شده، کاهش میزان ویتامین ث در طی انبارداری مشاهده شده است که نتایج بدست آمده با آزمایش همخوانی دارد (Tavarini et al, 2008).

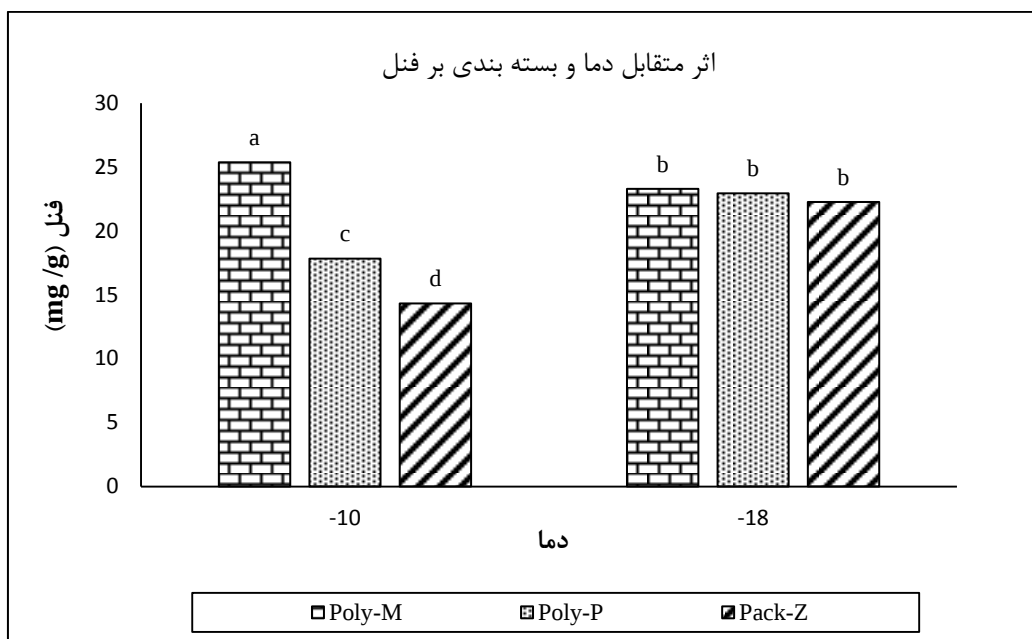
آسکوربیک اسید یکی از معیارهای کیفی از نظر تغذیه ای است که در گزارشات زیادی بیان شده است که ویتامین ث در میوه ها و سبزی ها در طی مدت انبارمانی از بین می رود (Williams et al, 1995). در مدت زمان انبارمانی میزان ویتامین ث (اسید آسکوربیک) که یکی از آنتی اکسیدان های مهم است کاهش پیدا می کند که بخاطر مصرف ویتامین ث به عنوان دهنده الکترون به اکسیدان ها برای خنثی کردن رادیکال های آزاد می باشد (Wang et al, 2006). بصورت کلی افزایش در میزان ویتامین ث در مدت زمان نگهداری نشان میدهد که میوه ها در مرحله رسیدگی است ولی در مراحل بعدی کاهش مقدار اسید آسکوربیک بیانگر ورود به مرحله پیری است (Esteves et al, 1984). همینطور کاهش محتوای ویتامین ث میتواند در میوه به دلیل فعالیت آنزیم هایی همانند آسکوربیک اسید اکسیداز باشد که به عنوان یکی از آنزیم های آنتی اکسیدان سوبسترای آسکوربات را برای انجام واکنش های خود مورد استفاده قرار می دهد (Wolucka et al, 2005; Yahia et al, 2001).

## ۴-۱۰ محتوای فنل کل

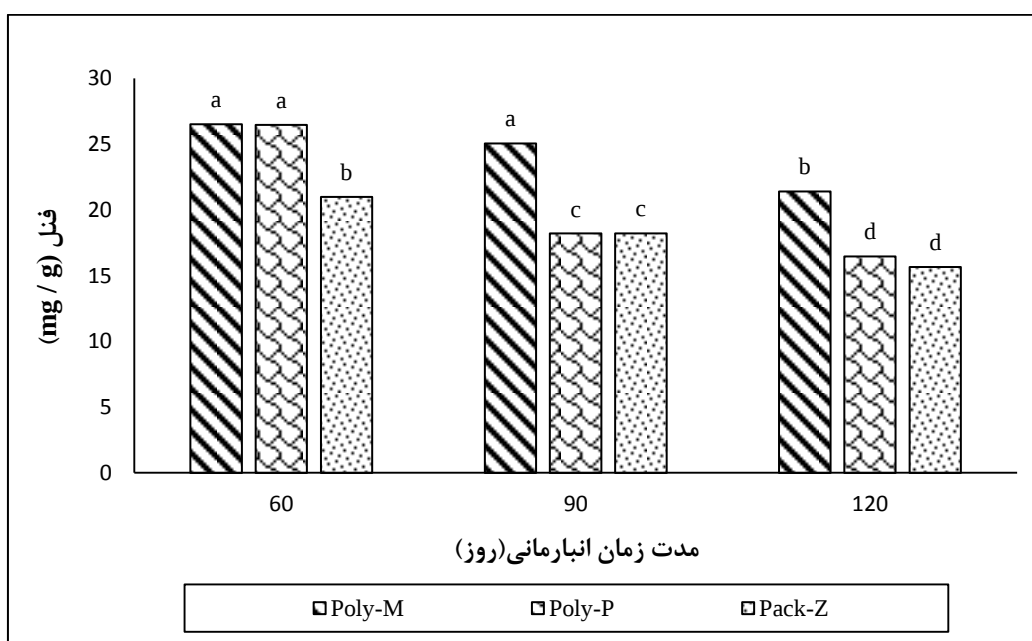
براساس جدول ۴-۴ و ۵-۴ تجزیه واریانس فنل کل در جدول ۴-۴ داده ها در تمامی اثرات مستقل و اثرات دو گانه متقابل در سطح یک درصد معنی دار هستند و در جدول ۵-۴ در هیچ یک از اثرات حالت معنی دار مشاهده نشد.

بر اساس بررسی شکل ۴-۱۸ که اثرات متقابل دما و بسته بندی را نشان می دهد بیشترین مقدار فنل کل مربوط به بسته بندی با ظروف پلی اتیلن منفذ دار در دما ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۲۳/۳۷ میلی گرم در گرم و کمترین مقدار مربوط به بسته با فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۱۴/۳۱ میلی گرم در گرم بود و به همین صورت با بررسی شکل ۴-۱۹ که اثرات متقابل زمان و بسته بندی را مشخص می کند، مشاهده شد که میزان فنل در طول مدت زمان انبارمانی کاهش پیدا می کند. در آخرین دوره آزمایش (۱۲۰ روز) بیشترین میزان فنل مربوط به بسته بندی ظروف پلی اتیلن منفذدار به میزان ۲۱/۴۱ میلی گرم در گرم است و کمترین میزان فنل مرتبط به بسته بندی فیلم های پلی اتیلن زیپ به میزان ۱۵/۶۶ میلی گرم در گرم مشاهده شده است.

بر اساس گزارش بیان شده در توت فرنگی مشاهده شده است که با افزایش مدت زمان انبارمانی با پوشش خوراکی آلژینات سدیم و در دمای سردخانه میزان فنل کل کاهش یافته است (Solmaz, 2018) و نتیجه بدست آمده با آزمایش همخوانی دارد. کاهش ترکیبات فنلی در طی مدت زمان انبارمانی می تواند به دلیل تجزیه این ترکیبات در اثر فعالیت آنزیم ها از جمله پلی فنل اکسیداز، از دست دادن آب و تغییر در اسیدیته و مواد جامد محلول باشد (Dhinesh et al, 2018).



شکل ۴-۱۸ اثرات متقابل دمای انجماد و بسته بندی بر فنل در میوه تازه زرشک بی دانه



شکل ۴-۱۹ اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و بسته بندی بر فنل در میوه تازه زرشک بی دانه

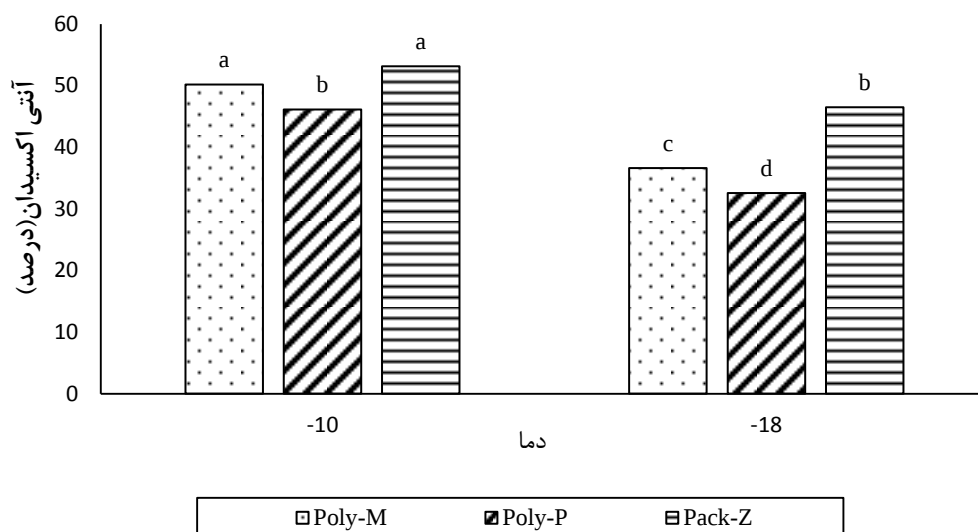
ترکیبات فنولیک از جمله متابولیک های ثانویه هستند و دارای طیف وسیعی از فعالیت های بیوشیمیایی هستند (Howard et al, 1994). میزان فنل کل با پیشرفت بلوغ و به دنبال آن رسیدن کاهش می باید (Conforti et al, 2007). کاهش میزان فنل در تیمارها عمدتاً مربوط به افزایش آنزیم

پلی فنل اکسیداز و پیشرفت پیری میوه می باشد (Zheng et al, 2007). به دنبال فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز، اکسیداسیون ترکیبات فنولیک صورت می پذیرد و محتوای فنولیک کاهش پیدا می کند (Qiuhui et al, 2011).

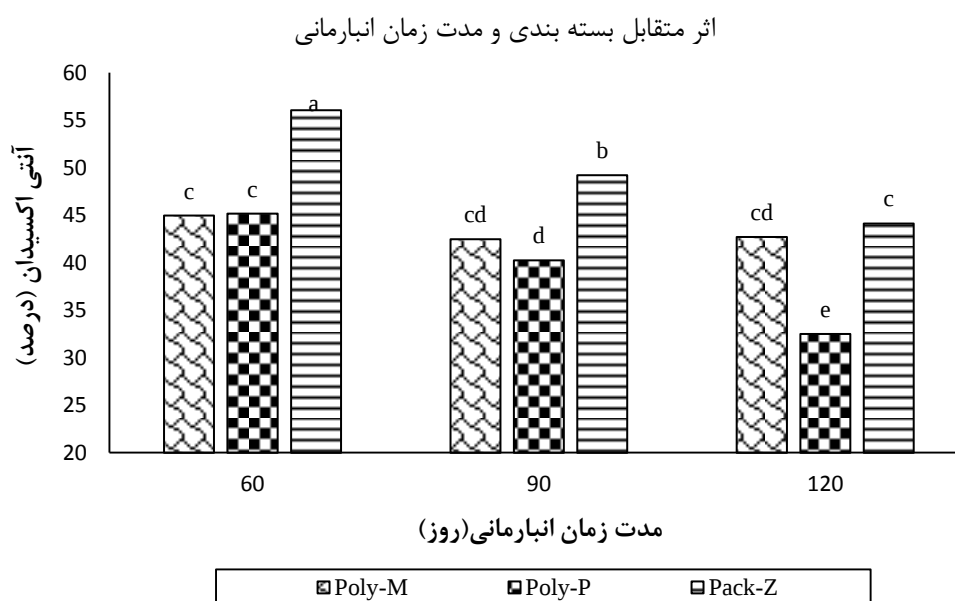
## ۴-۱۱ فعالیت آنتی اکسیدانی

براساس جدول ۴-۴ و ۵-۴ تجزیه واریانس میزان فعالیت آنتی اکسیدانی میوه ها در جدول ۴-۴ داده ها در تمامی اثرات مستقل و اثرات متقابل به جز اثر متقابل زمان و دما و اثر متقابل سه گانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شدند.

با بررسی شکل ۴-۲۰ که اثرات متقابل دو گانه دما و بسته بندی مشاهده شد که بطور کلی عملکرد فعالیت آنتی اکسیدانی در دمای ۱۰- مطلوب تر است. همینطور بیشترین مقدار فعالیت آنتی اکسیدانی مرتبط با فیلم های پلی اتیلن زیپ دار و ظروف پلی اتیلن منفذدار در دما ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۵۳/۱۳ و ۵۰/۱۷ درصد است و کمترین مقدار فعالیت آنتی اکسیدانی در تیمار بسته بندی ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان ۳۵/۵۳ درصد است. با بررسی شکل ۴-۲۱ که اثرات متقابل زمان و بسته بندی را نشان می دهد، مشاهده شد که میزان فعالیت آنتی اکسیدانی با افزایش زمان انبارمانی محصول کاهش می یابد. در آخرین دوره آزمایش (۱۲۰ رور) بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به فیلم های پلی اتیلن زیپ دار و ظروف پلی اتیلن منفذدار به میزان ۴۴/۱۴ و ۴۲/۷۳ درصد است و کمترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی مرتبط به پلی اتیلن بدون منفذ به میزان ۳۲/۵۱ درصد بود. بر اساس گزارش نیازمند و یگانه زاد با افزایش مدت زمان نگهداری زرشک در تمامی بسته بندی ها و دماهای نگهداری کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی مشاهده شده است (نیازمند و یگانه زاد، ۱۳۹۹). و در گزارشات دیگری در مورد میوه کیوی و توت فرنگی هم اشاره به کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی در طی مدت انبارمانی دارد (Tavarini et al, 2007; Cordenusi et al, 2003) که این نتایج بدست آمده با آزمایش ما همخوانی دارد.



شکل ۴-۲۰ اثرات متقابل دماهای انجماد و بسته بندی در فعالیت آنتی اکسیدان بمیوه زرشک تازه بی دانه



شکل ۴-۲۱ اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و بسته بندی بر فعالیت آنتی اکسیدانی میوه زرشک تازه بی دانه

در تحقیقاتی که بر خواص فیزیکی، تغذیه ای و مکانیکی زرشک صورت گرفت مشاهده شد که ترکیبات آنتی اکسیدانی و ترکیبات فنولیک در طی عمل آوری و ذخیره سازی نسبتاً بی ثبات هستند. دما، pH، اکسیژن از فاکتورهای مهم اثر گذار بر ثبات آنها هستند (Aynehchi, 2001). فاکتورهای محیطی از قبیل شرایط اقلیمی، مرحله تکامل، دما، مدت زمان انبارمانی و عملکرد دمایی و حرارتی بر فعالیت آنتی اکسیدانی موثر است (Butz et al, 2004). آنتی اکسیدان ها با تثبیت رادیکال های آزاد

اثر می کنند و کاهش ترکیبات آنتی اکسیدانی پس از برداشت میوه ممکن است به خاطر استرس پس از برداشت محصول و نگهداری در دمای پایین و شروع روند پیری طی دوره انبارداری باشد ( Zendi et al, 2012).

جدول ۴-۴ ادامه نتایج تجزیه واریانس دماهای فریزی و بسته بندی و مدت زمان انبار مانی بر صفات بیوشیمیایی

| منابع تغییرات     | درجه آزادی | نشت الکترولیت | آنتوسیانین           | ویتامین ث | فنل                 | آنتی اکسیدان       |
|-------------------|------------|---------------|----------------------|-----------|---------------------|--------------------|
| نوع بسته بندی (P) | ۲          | ۸۵/۵۳۱**      | ۱۸/۲۲۴۹**            | ۴۹۰/۷۴**  | ۱۶۹/۴۷۸**           | ۵۰۳/۶۴**           |
| دما (T)           | ۱          | ۶۰/۸۶۵**      | ۲۷/۳۴۱۲**            | ۲۵۱۲/۸۱** | ۱۸۰/۴۱۲**           | ۱۷۰/۹۶۱**          |
| زمان (Ti)         | ۲          | ۸۵۸/۴۹۱**     | ۳۵/۰۶۹۵**            | ۴۷۳۰/۹۶** | ۲۱۲/۳۴۹**           | ۳۵۹/۷۱**           |
| T*P               | ۲          | ۵۹/۲۹۶**      | ۱۳/۳۲۸۵**            | ۷۸۸/۴۷**  | ۱۲۰/۱۵**            | ۷۱/۹۳**            |
| Ti*P              | ۴          | ۳۵/۴۸۱**      | ۰/۸۲۲۹ <sup>ns</sup> | ۱۱۲/۸۵**  | ۲۱/۵۰۲**            | ۵۵/۱۲**            |
| T*Ti              | ۲          | ۱۰۳/۱۶۸**     | ۰/۷۹۷۲ <sup>ns</sup> | ۲۳۱/۲۲**  | ۴۳/۹۶۲**            | ۴/۸۵ <sup>ns</sup> |
| T*P*Ti            | ۴          | ۷/۶۳۶**       | ۲/۳۰۰۶**             | ۴۲/۱۴*    | ۲/۶۸۶ <sup>ns</sup> | ۷/۳۵ <sup>ns</sup> |
| خطا               | ۳۴         | ۱/۷۷۵         | ۰/۵۱۴۳               | ۱۲/۳۱     | ۲/۰۱                | ۱۰/۴۷              |
| CV                |            | ۶/۷           | ۵/۴۴                 | ۵/۰۴      | ۶/۷۵                | ۷/۳۳               |

\*, \*\*, <sup>ns</sup> به ترتیب سطوح معنی دار در سطح پنج و یک درصد و غیر معنی دار است.

جدول ۴-۵ ادامه نتایج تجزیه واریانس دما ۲ و ۴ درجه سانتی گراد و بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در مدت زمان ۶۰ و ۹۰ روز انبارمانی بر صفات بیوشیمیایی

| منابع تغییرات | درجه آزادی | نشت الکترولیت        | آنتوسیانین            | ویتامین ث | فنل                   | آنتی اکسیدان          |
|---------------|------------|----------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| دما (T)       | ۱          | ۰/۲۵۵ <sup>ns</sup>  | ۲/۳۴۳۵ <sup>ns</sup>  | ۶۴۰/۰۱*   | ۲۸/۱۴۷۱ <sup>ns</sup> | ۴۸/۸۸۴ <sup>ns</sup>  |
| زمان (Ti)     | ۱          | ۱۳۰/۸۷۸*             | ۳/۸۰۵۴ <sup>ns</sup>  | ۳۴۴۳/۳۲** | ۲۳/۰۹۸۱ <sup>ns</sup> | ۵۵/۹۸۷۲ <sup>ns</sup> |
| T*Ti          | ۱          | ۲۱/۰۴۱ <sup>ns</sup> | ۱/۲۳۴۲۴ <sup>ns</sup> | ۷۶۲/۱۹**  | ۲۴/۰۰۶۸ <sup>ns</sup> | ۰/۰۶۱۶ <sup>ns</sup>  |
| خطا           | ۶          | ۱۲/۲۸۶               | ۲/۹۱۶۸۲               | ۴۶/۷۶     | ۹/۷۳۸۳                | ۱۳/۵۰۱۱               |
| CV            |            | ۱۴/۶۹                | ۹/۰۸                  | ۹/۰۶      | ۱۴/۷۷                 | ۱۱/۱۳                 |

\*, \*\*, <sup>ns</sup> به ترتیب سطوح معنی دار در سطح پنج و یک درصد و غیر معنی دار است.

## ۴-۱۲ آنزیم پلی فنل اکسیداز

بر اساس جدول ۴-۶ و ۴-۷ تجزیه واریانس آنزیم پلی فنل اکسیداز در جدول ۴-۶ در تمامی اثرات مستقل و اثرات متقابل دما و بسته بندی و اثر متقابل بسته بندی، دما انجماد و مدت زمان انبارمانی در سطوح احتمال مختلف ۱ و ۵ درصد معنی دار شدند و همینطور در جدول ۴-۷ تنها در اثرات مستقل در سطوح مختلف احتمال معنی دار شدند.

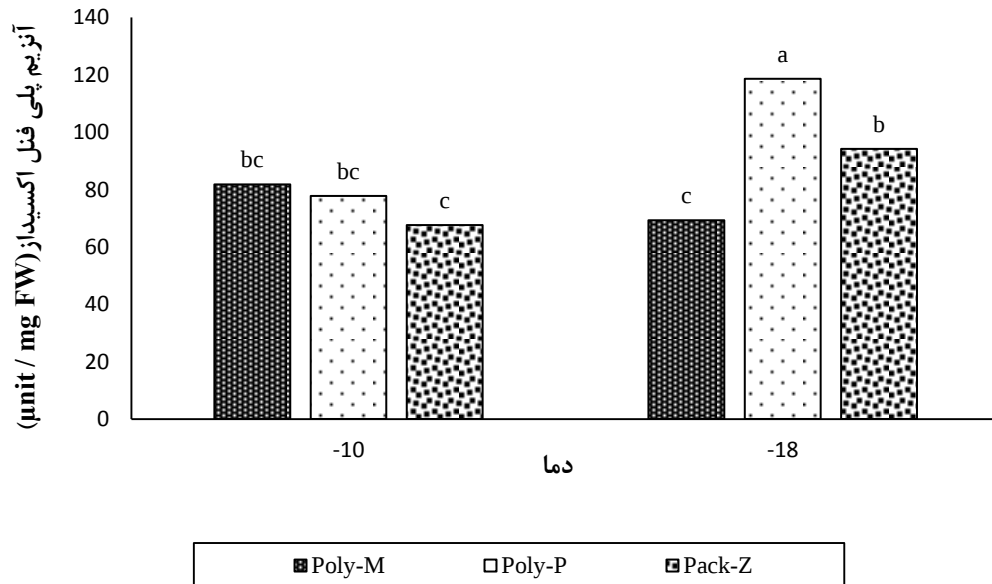
با بررسی شکل ۴-۲۲ که اثر متقابل دمای انجماد و بسته بندی است، نشان می دهد، بیشترین میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز مربوط به بسته بندی در ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان ۱۱۸/۵۸ گرم بر وزن تازه می باشد و کمترین مقدار مربوط به بسته بندی فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۶۷/۶ گرم بر وزن تازه است.

با بررسی شکل ۴-۲۳ که اثر متقابل دما انجماد، بسته بندی و مدت زمان نگهداری است، مشاهده شد که با افزایش زمان نگهداری محصول میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز هم بالا می رود. همینطور در پایان دوره آزمایش (۱۲۰ روز) بیشترین مقدار آنزیم پلی فنل اکسیداز مربوط به ب ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان ۱۶۶/۶۵ واحد بر گرم وزن تازه بود و کمترین میزان فعالیت آنزیم مربوط به بسته بندی با ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد در مدت زمان ۱۲۰ روز انبارمانی به میزان ۹۶/۰۳ واحد بر گرم وزن تازه مشاهده شد همینطور با توجه به شکل ۴-۲۴ و ۴-۲۵ در دماهای بالا صفر مشاهده شد که با افزایش مدت زمان نگهداری پلی اتیلن منفذدار در دماهای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد میزان فعالیت آنزیم هم بالا می رود و همینطور فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در دمای ۲ درجه سانتی گراد بیشتر از ۴ درجه سانتی گراد است

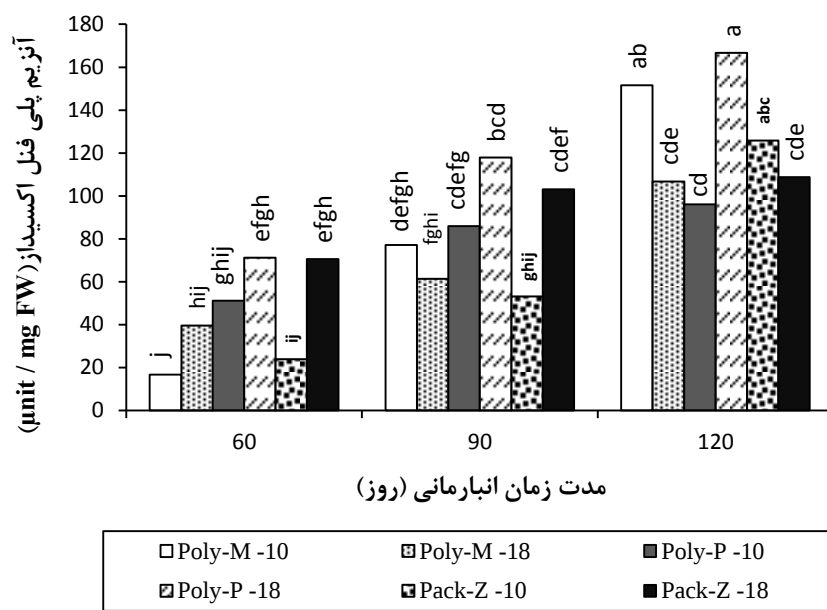
بر اساس گزارش بیان شده توسط گوان و دوا (۲۰۱۰) بر روی آلو مشاهده شد که میزان فعالیت

آنزیم پلی فنل اکسیداز در طی مدت زمان انبارمانی به صورت افزایشی بوده است (Guan and Dou,2010) که نتیجه گزارش با آزمایش همخوانی دارد.

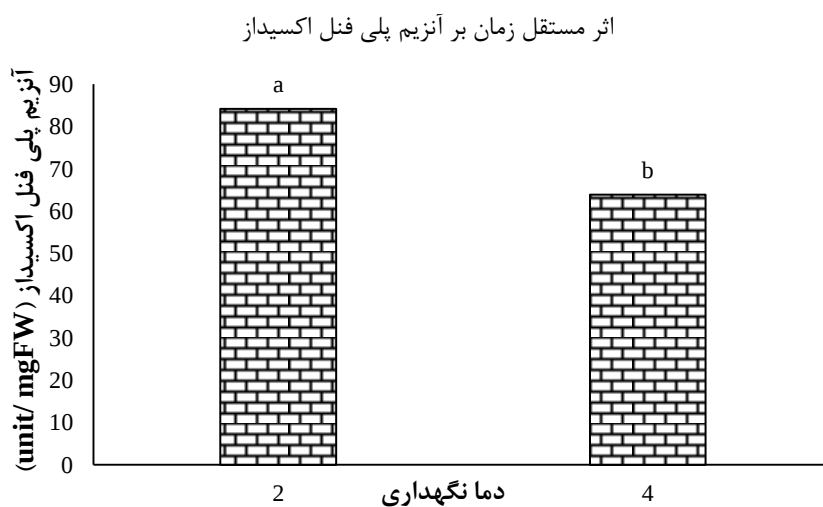
ترکیبات فنلی ممکن است به عنوان مواد آنتی اکسیدانی در زمان پیری محصول یا تحت تنش دمایی پایین استفاده شوند پس احتمالاً قهوه ای شدن گوشت در میوه ها نتیجه افزایش قابل توجه فعالیت پلی فنل اکسیداز و سپس اکسید شدن ترکیبات فنلی باشد (Meng et al,2009). آنزیم پلی فنل اکسیداز یکی از موثرترین آنزیم ها در عمر میوه در زمان پس از برداشت است و نقش اساسی در میزان قهوه ای شدن گوشت میوه دارد (Dijkstra and walker,1992). افزایش فعالیت این آنزیم سبب اکسید شدن ترکیبات فنولیکی به کوئینون یا شبه کوئینون می شود و در نهایت رنگیزه های قهوه ای ایجاد می شود (Lill et al,1998).



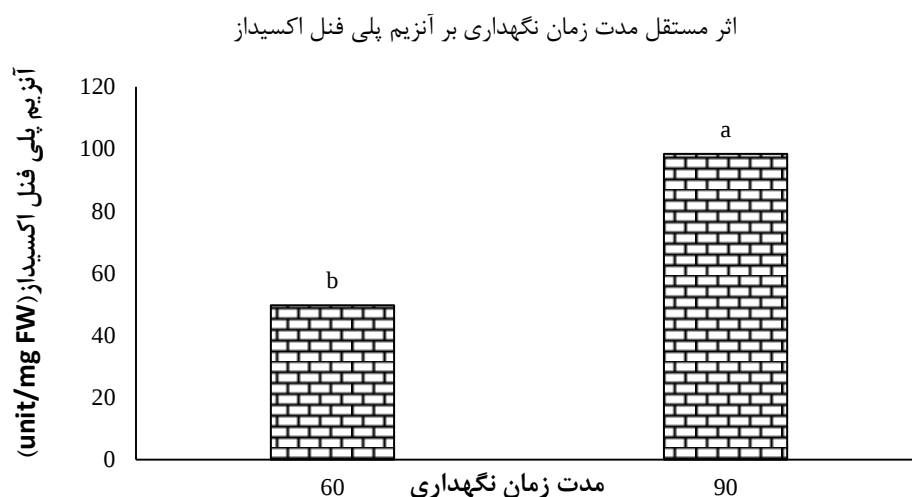
شکل ۴-۲۲ اثر متقابل دماهای انجماد و بسته بندی بر آنزیم پلی فنل اکسیداز



شکل ۴-۲۳ اثر متقابل دما انجماد، نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر میزان آنزیم پلی فنل اکسیداز



شکل ۴-۲۴ اثر مستقل زمان ( در دما بالا صفر) بر روی فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار

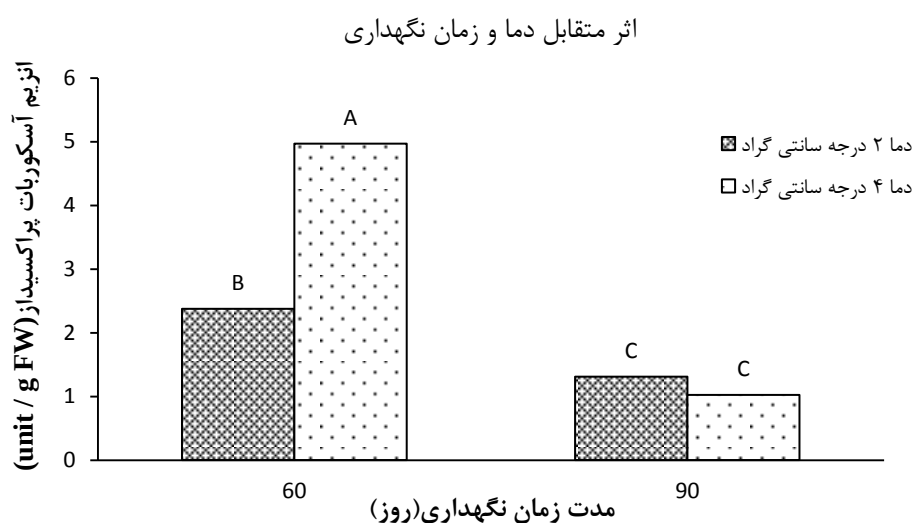


شکل ۴-۲۵ اثر مستقل مدت زمان نگهداری ( در دما بالا صفر) بر روی فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار

## ۴-۱۳ آنزیم آسکوربات پراکسیداز

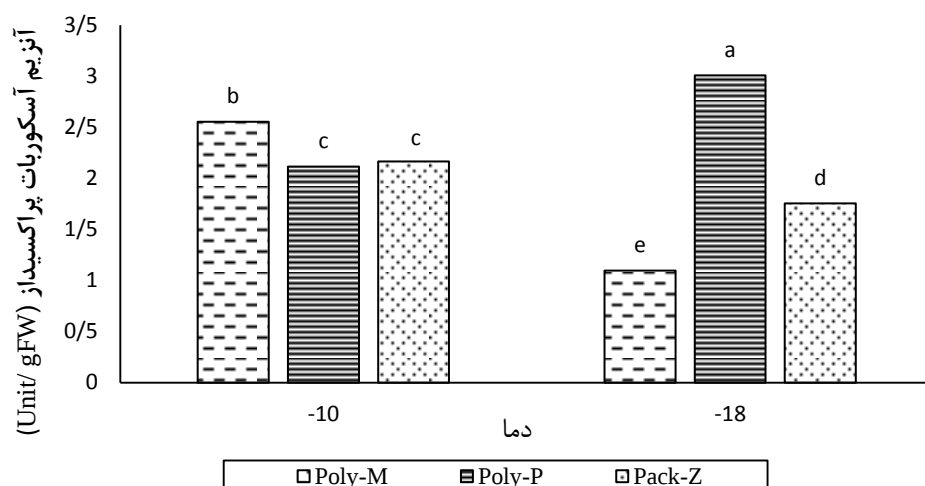
با توجه به به جدول ۴-۶ و ۴-۷ تجزیه واریانس آنزیم آسکوربات پراکسیداز مشاهده شد در هر دو جدول تمامی اثرات مستقل و اثرات متقابل دوگانه و سه گانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شدند.

بر اساس شکل ۴-۲۶ که اثر متقابل مدت زمان نگهداری و دماهای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد را در ظروف پلی اتیلن منفذ دار نشان میدهد، مشاهده شد که با افزایش زمان نگهداری میزان آنزیم آسکوربات پراکسیداز کاهش می یابد. در پایان دوره آزمایش (۹۰ روز) اختلاف معنی داری میان ظروف پلی اتیلن منفذدار در دما ۲ و ۴ درجه سانتی گراد مشاهده نشد.

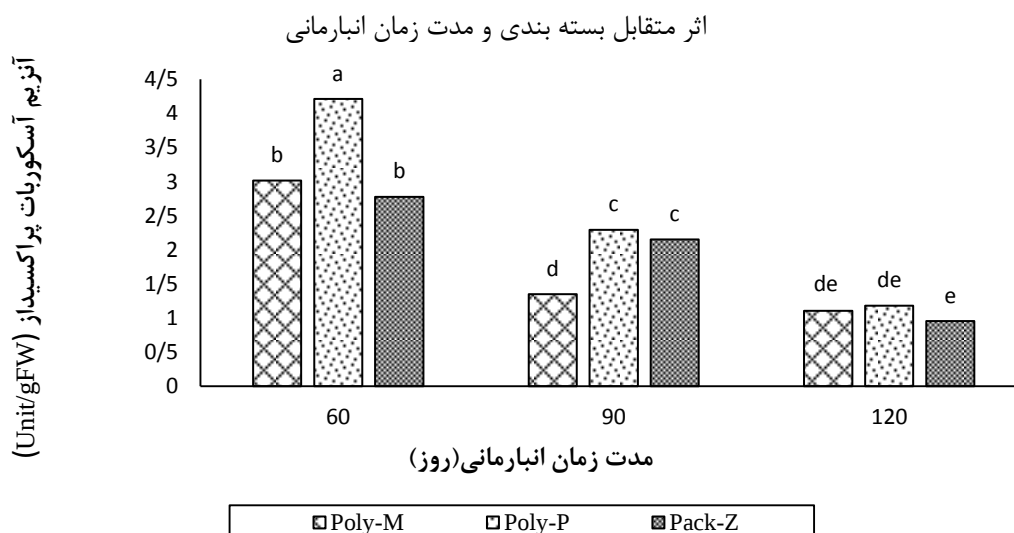


شکل ۴-۲۶ اثر متقابل دماهای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد و مدت زمان انبارمانی در ظروف پلی اتیلن منفذدار بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز

با بررسی شکل ۴-۲۷ میتوان پی برد که بیشترین مقدار فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در اثر متقابل دماهای انجماد و نوع بسته بندی مربوط به بسته بندی با ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۱۸- به میزان  $3/0068$  واحد بر گرم وزن تازه می باشد و همینطور کمترین مقدار شامل بسته بندی با ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۸- به میزان  $1/095$  واحد بر گرم وزن تازه می باشد. همینطور با توجه به شکل ۴-۲۸ مشاهده شد که میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز با افزایش مدت زمان نگهداری کاهش می یابد و در آخرین دوره آزمایش (۱۲۰ روز) اختلاف معنی دار در میان بسته بندی ها وجود نداشت. شد.

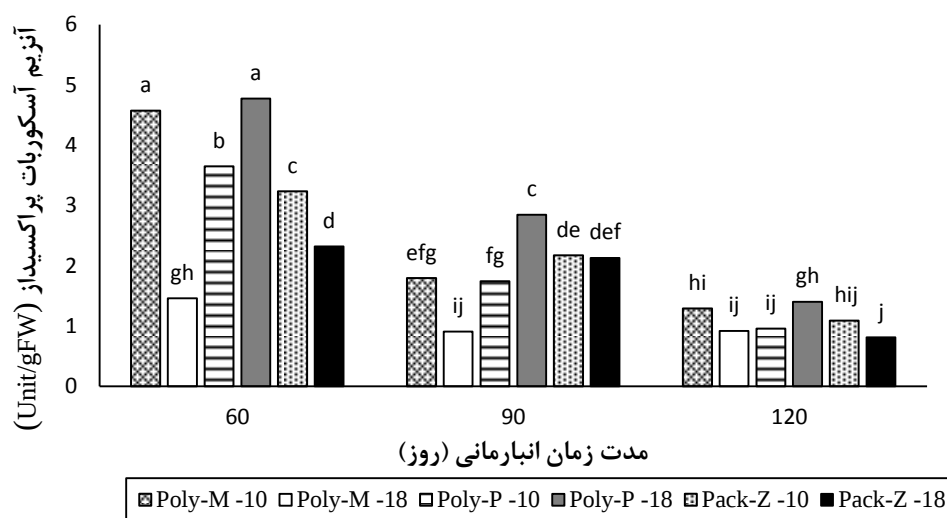


شکل ۴-۲۷ اثر متقابل دما های انجماد و نوع بسته بندی بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز زرشک تازه



شکل ۴-۲۸ اثر متقابل نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی در نمونه های فریز شده بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز زرشک تازه

و همینطور با بررسی شکل ۴-۲۹ که اثر متقابل دما انجماد، بسته بندی و مدت زمان نگهداری است، مشاهده شد که با افزایش مدت زمان نگهداری میزان فعالیت آنزیم کاهش می یابد. همینطور در پایان دوره آزمایش (۱۲۰ روز) بیشترین مقدار فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز مربوط به ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان ۱/۴ واحد بر گرم وزن تازه است و کمترین مقدار هم مربوط به فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان ۰/۸۱۴ واحد بر گرم وزن تازه بود.



شکل ۴-۲۹ اثر متقابل دماهای انجماد نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر آنزیم آسکوربات پراکسیداز زرشک تازه

آنزیم آنتی اکسیدان آسکوربات پراکسیداز برای واکنش های کاتالیزوری خود از اسید آسکوربیک به عنوان کو فاکتور استفاده می کند و اهمیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در مورد افزایش مقاومت به تنش اکسیداتیو در بسیاری از گیاهان گزارش شده است (Gambel et al , 1994). کاهش میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در تنش های دمایی می تواند به علت کاهش گونه های فعال اکسیژن باشد که در نهایت سنتز آنزیم کاهش پیدا می کند (Polle,2001) که نتیجه این تحقیق با آزمایش همخوانی دارد.

## ۴-۱۴ آنزیم کاتالاز

بر اساس جدول ۴-۶ و ۴-۷ تجزیه واریانس آنزیم کاتالاز نشان داد که در جدول ۴-۶ تنها در اثر مستقل بسته بندی و اثر متقابل سه گانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار هستند. در صورتی که در جدول ۴-۷ در اثر مستقل دما و اثر متقابل دما و زمان در سزح یک درصد معنی دار هستند.

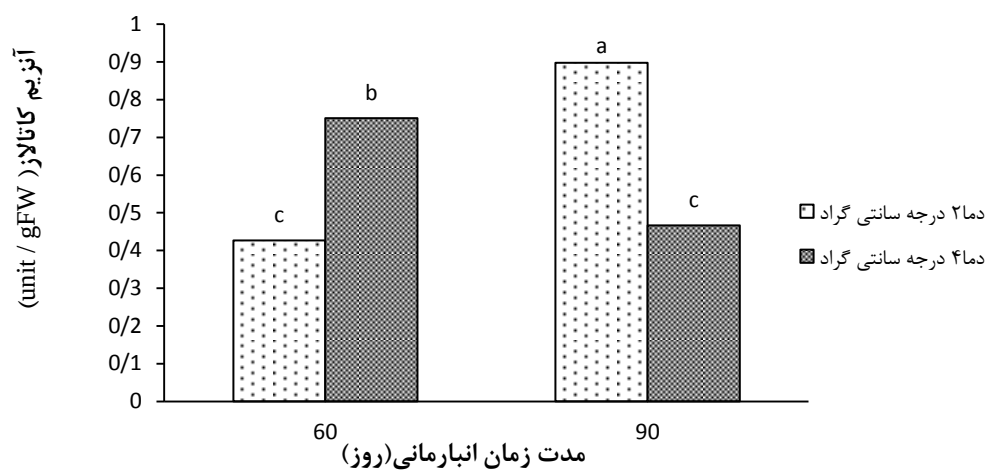
با بررسی شکل ۴-۳۰ که اثر متقابل دماهای بالا صفر و مدت زمان نگهداری است، مشاهده شد که

میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۲ درجه سانتی گراد افزایش یافته است و در دمای ۴ درجه سانتی گراد فعالیت آنزیم روندی کاهشی دارد. در پایان دوره آزمایش (۹۰ روز) بیشترین مقدار فعالیت آنزیم کاتالاز در ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۲ درجه سانتی گراد به میزان ۸۹/۰ واحد بر گرم وزن تازه است و کمترین مقدار هم مرتبط به بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در دمای ۴ سانتی گراد میزان ۰/۴۶ واحد بر گرم وزن تازه بود.

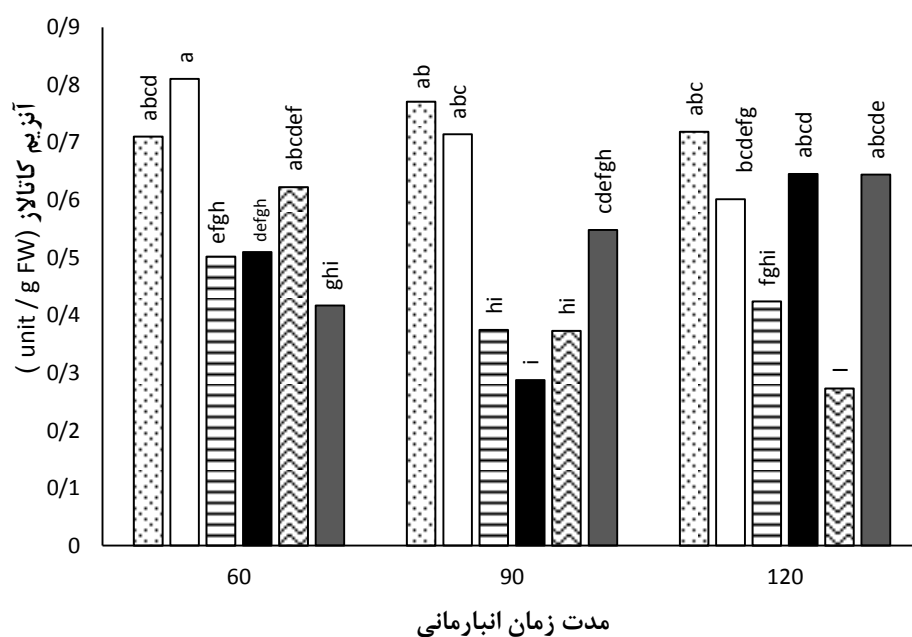
وبه همین صورت با بررسی شکل ۴-۳۱ که اثر متقابل دماهای انجماد، بسته بندی و مدت زمان نگهداری است، مشاهده شد در آخرین دوره آزمایش (۱۲۰ روز) بیشترین مقدار فعالیت آنزیم کاتالاز مربوط به ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد میزان ۰/۷۱ واحد بر گرم وزن تازه است و کمترین مقدار فعالیت آنزیم کاتالاز مربوط به بسته بندی با فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۰/۲۷۳ واحد بر گرم وزن تازه بود.

در مطالعات انجام شده ، به نقش آنزیم کاتالاز در حذف پراکسید هیدروژن تحت تنش ناشی از نگهداری در سرما تاکید شده است (Cansev et al, 2008). گزارشاتی توسط وانگ و همکاران (۲۰۰۹) و کانسیو و همکاران (۲۰۰۸) بیان شده است که افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز با کاهش دما صورت گرفته است (Wang et al, 2009 ; Cansev et al, 2008). که نتایج به دست آمده با تعدادی از داده های ما همخوانی دارد. در گزارش دیگری توسط سانگ (۱۹۹۶) بیان شد که میزان آنزیم کاتالاز در مدت زمان انبارمانی کاهش یافته است (Sung, 1996) و میتوان رادیکال های آزاده شده توسط پراکسیداسیون غیر آنزیمی را علت کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز دانست (Hendry, 1993).

سیستم های ضد اکسایشی که در فرآیند رسیدگی و پیری میوه نقش مهمی دارند شامل سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز می باشند (Lopez et al, 2010). کاتالاز آنزیمی آنتی اکسیدانی برای فعال شدن پاسخ های دفاعی در مقابل تنش ها است (Lee et al, 2007).



شکل ۴-۳۰ اثر متقابل دما و مدت زمان انبارمانی بر بسته بندی با ظروف پلی اتیلن منفذدار بر آنزیم کاتالاز زرشک تازه



شکل ۴-۳۱ اثر دماهای انجماد، نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر آنزیم کاتالاز بر میوه زرشک تازه

جدول ۴-۶ نتایج تجزیه واریانس دماهای فریزری، نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر آنزیم ها

| منابع تغییرات     | درجه آزادی | کاتالاز               | پلی فنل اکسیداز       | آسکوربات پراکسیداز    |
|-------------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| نوع بسته بندی (P) | ۲          | ۰/۳۸۵۳۱ <sup>**</sup> | ۲۵۱۸/۱ <sup>*</sup>   | ۲/۷۶۵۹ <sup>**</sup>  |
| دما (T)           | ۱          | ۰/۰۲۷۸۸ <sup>ns</sup> | ۴۵۰۶/۶ <sup>*</sup>   | ۱/۴۳۲۸ <sup>**</sup>  |
| زمان (Ti)         | ۲          | ۰/۰۳۱۷ <sup>ns</sup>  | ۲۹۱۱۳/۱ <sup>**</sup> | ۲۳/۳۷۰۴ <sup>**</sup> |
| T*P               | ۲          | ۰/۰۲۱۴۴ <sup>ns</sup> | ۳۴۳۹/۵ <sup>**</sup>  | ۶/۲۳۱۸ <sup>**</sup>  |
| Ti*P              | ۴          | ۰/۰۳۲۷۸ <sup>ns</sup> | ۵۹۲/۲ <sup>ns</sup>   | ۱/۲۰۰۱ <sup>**</sup>  |
| T*Ti              | ۲          | ۰/۰۴۵۲۵ <sup>ns</sup> | ۸۶۴/۶ <sup>ns</sup>   | ۱/۴۰۴۹ <sup>**</sup>  |
| T*P*Ti            | ۴          | ۰/۰۷۰۱۴ <sup>**</sup> | ۲۰۲۸/۶ <sup>*</sup>   | ۱/۱۵۳۲ <sup>**</sup>  |
| خطا               | ۳۴         | ۰/۰۱۵۱                | ۶۳۸/۳                 | ۰/۰۵۸۴                |
| CV                |            | ۲۲/۲۳                 | ۲۹/۷۸                 | ۱۱/۴۲                 |

\*, \*\* و ns به ترتیب سطوح معنی دار در سطح پنج، یک درصد و غیر معنی دار است.

جدول ۴-۷ نتایج تجزیه واریانس اثر دما ۲ و ۴ درجه سانتی گراد در مدت زمان ۶۰ و ۹۰ روز انبارمانی بر آنزیم ها در بسته بندی پلی اتیلن منفذ دار

| منابع تغییرات | درجه آزادی | کاتالاز               | پلی فنل اکسیداز       | آسکوربات پراکسیداز    |
|---------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| دما (T)       | ۱          | ۰/۰۰۸۶۸ <sup>ns</sup> | ۱۲۴۰/۱۳ <sup>*</sup>  | ۴/۰۰۷۹ <sup>**</sup>  |
| زمان (Ti)     | ۱          | ۰/۰۲۶۱۳ <sup>*</sup>  | ۷۱۰۹/۷۱ <sup>**</sup> | ۱۸/۸۲۷۶ <sup>**</sup> |
| T*Ti          | ۱          | ۰/۴۲۷۹ <sup>**</sup>  | ۴۰۸/۴۵ <sup>ns</sup>  | ۶/۲۱۶۵ <sup>**</sup>  |
| خطا           | ۶          | ۰/۰۰۱۹                | ۱۹۵/۷۴                | ۰/۱۳۰۳                |
| CV            |            | ۶/۸۷                  | ۱۸/۹                  | ۱۴/۹۳                 |

\*\*\* و ns به ترتیب سطوح معنی دار در سطح پنج، یک درصد و غیر معنی دار است .

## ۴-۱۵ تغییرات رنگ

بر اساس جدول ۴-۸ مشاهده شد که پارامتر روشنایی (L) تنها در اثر مستقل بسته بندی و زمان و اثر متقابل دما و بسته بندی در سطوح مختلف معنی دار شدند. پارامتر کروما تنها در اثر مستقل زمان در سطح احتمال یک درصد معنی دار است و پارامتر هيو در اثر مستقل زمان و تمامی اثرات متقابل دو گانه و سه گانه در سطوح احتمال یک و پنج درصد معنی دار شدند.

همینطور با بررسی جدول ۴-۹ مشاهده شد که تنها در پارامتر روشنایی (L) در اثرات مستقل دما بالا صفر و مدت نگهداری و اثر متقابل زمان و دما در سطوح احتمال پنج و یک درصد معنی دار شدند

جدول ۴-۸ نتایج تجزیه واریانس دماهای فریزری، نوع بسته بندی و مدت زمان انبارمانی بر تغییرات رنگ

| منابع تغییرات     | درجه آزادی | L                    | croma                | H°                    |
|-------------------|------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| نوع بسته بندی (P) | ۲          | ۳۶/۱۳**              | ۲۲/۶۳ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۰۵۸۱ <sup>ns</sup> |
| دما (T)           | ۱          | ۰/۰۷۴ <sup>ns</sup>  | ۴۱/۳۸۱ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۷۰۶ <sup>ns</sup> |
| زمان (Ti)         | ۲          | ۳۱۴/۴۶۳**            | ۱۷۱/۵۲۶**            | ۰/۰۴۴۱۷**             |
| T*P               | ۲          | ۲۳/۱۳*               | ۴۳/۹۲۴ <sup>ns</sup> | ۰/۰۳۲۱۵**             |
| Ti*P              | ۴          | ۰/۶۰۲ <sup>ns</sup>  | ۲۱/۸۰۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۷۳۳*              |
| T*Ti              | ۲          | ۱۰/۲۴۱ <sup>ns</sup> | ۱۴/۰۳۴ <sup>ns</sup> | ۰/۰۱۵۶۷**             |
| T*P*Ti            | ۴          | ۱۳/۲۱۳ <sup>ns</sup> | ۱۶/۷۴۸ <sup>ns</sup> | ۰/۰۱۳۲۹**             |
| خطا               | ۳۴         | ۵/۳۵۸                | ۱۳/۵۷۷               | ۰/۰۰۲۳۶               |
| CV                |            | ۳/۷۴                 | ۹/۰۹                 | ۱۷/۴۹                 |

جدول ۴-۹ نتایج تجزیه واریانس دما ۲ و ۴ درجه سانتی گراد در مدت زمان ۶۰ و ۹۰ روز انبارمانی بر تغییرات رنگ در بسته بندی پلی اتیلن منفذ دار

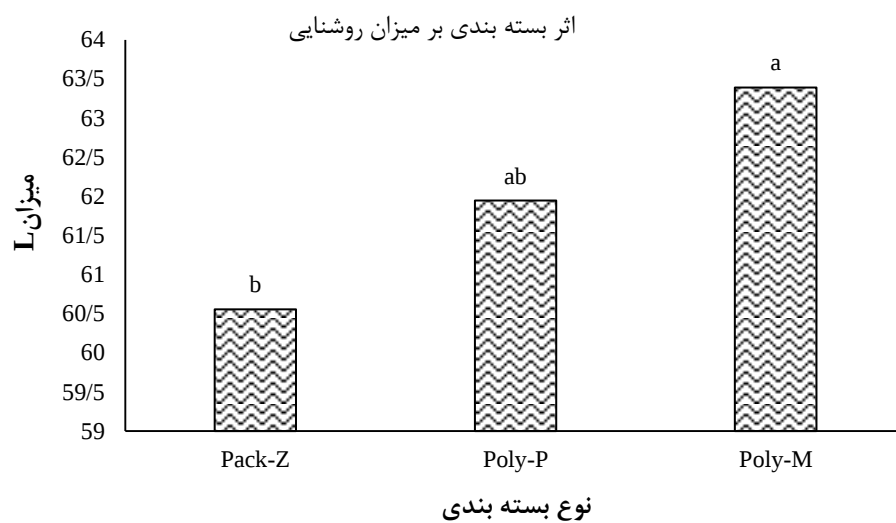
| منابع تغییرات | درجه آزادی | L        | croma                 | H°                    |
|---------------|------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| دما (T)       | ۱          | ۱۲۶/۷۵** | ۰/۵۱۴۴ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۲۴۶ <sup>ns</sup>  |
| زمان (Ti)     | ۱          | ۱۴/۰۸۳*  | ۲۹/۷۴۴۴ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۹۶۸ <sup>ns</sup> |
| T*Ti          | ۱          | ۱۰/۰۸۳*  | ۴۹/۹۸۰۲               | ۰/۰۱۰۷ <sup>ns</sup>  |
| خطا           | ۶          | ۱/۲۲۲    | ۱۹/۲۳۹۴               | ۰/۰۰۷۴۸               |
| CV            |            | ۱/۷۷     | ۱۲/۲۷                 | ۳۴/۶۴                 |

با بررسی شکل ۴-۳۲ و ۴-۳۳ که به ترتیب اثر مستقل نوع بسته بندی و مدت زمان نگهداری در دماهای انجماد بر میزان روشنایی را نشان می دهد، مشاهده شد که میزان روشنایی با افزایش مدت زمان نگهداری کاهش پیدا می کند. همینطور بیشترین میزان روشنایی در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار با میزان ۶۳/۳۸ است.

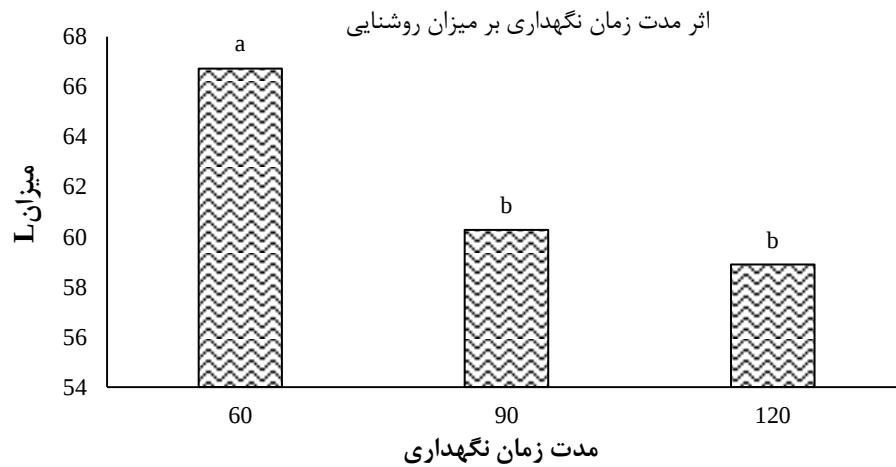
با توجه به شکل ۴-۳۴ که اثر متقابل زمان و دماهای بالا صفر است، استنباط می شود که میزان روشنایی در دماهای بالا صفر با افزایش مدت زمان نگهداری کاهش می یابد. در پایان دوره آزمایش (۹۰ روز) بیشترین میزان L مربوط به ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۴ درجه سانتی گراد به میزان ۶۳/۶۶ است.

با توجه به شکل ۴-۳۵ که اثر مستقل مدت زمان نگهداری را در دماهای انجماد بر روی میزان کروما نشان می دهد، مشاهده شد که با افزایش مدت زمان نگهداری میزان کروما افزایش پیدا می کند و تفاوت معنی دار در بین مدت زمان نگهداری ۹۰ و ۱۲۰ روز مشاهده نشد.

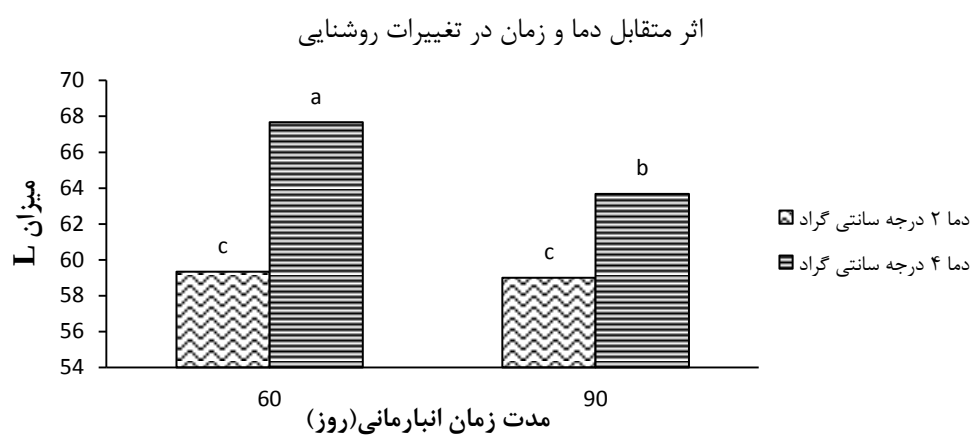
و همینطور با بررسی شکل ۴-۳۶ که اثر متقابل دما انجماد، بسته بندی و مدت زمان نگهداری است، مشاهده شد که میزان هیو تا مدت زمان انبارمانی ۹۰ روز افزایش پیدا کرده و تا ۱۲۰ روز میزانش روند کاهشی داشته است. در آخرین دوره آزمایش (۱۲۰ روز) بیشترین میزان تغییرات در هیومر تبیط است با ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد و فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۰/۳۸ و ۰/۳۶ است و در میان سایر تیمارها اختلاف معنی داری وجود ندارد.



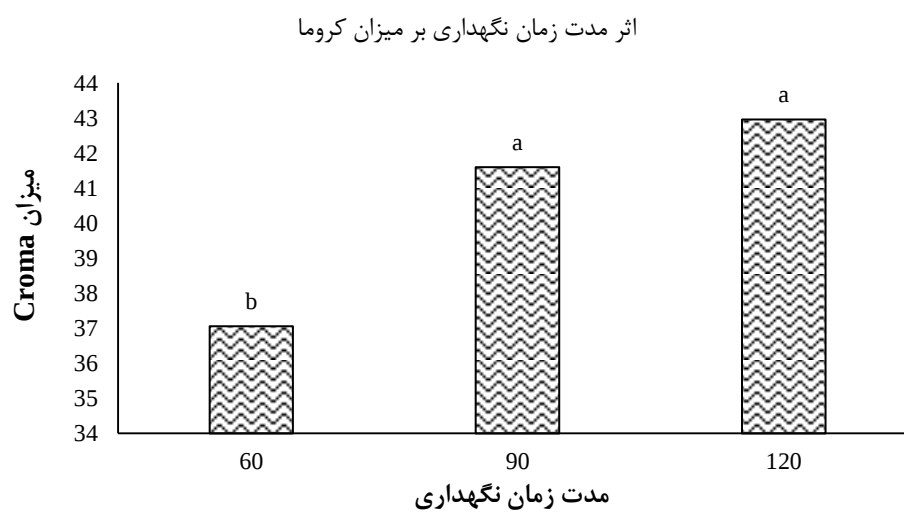
شکل ۳۲-۴ اثر مستقل نوع بسته بندی در دمانجماد بر روی میزان روشنایی (L)



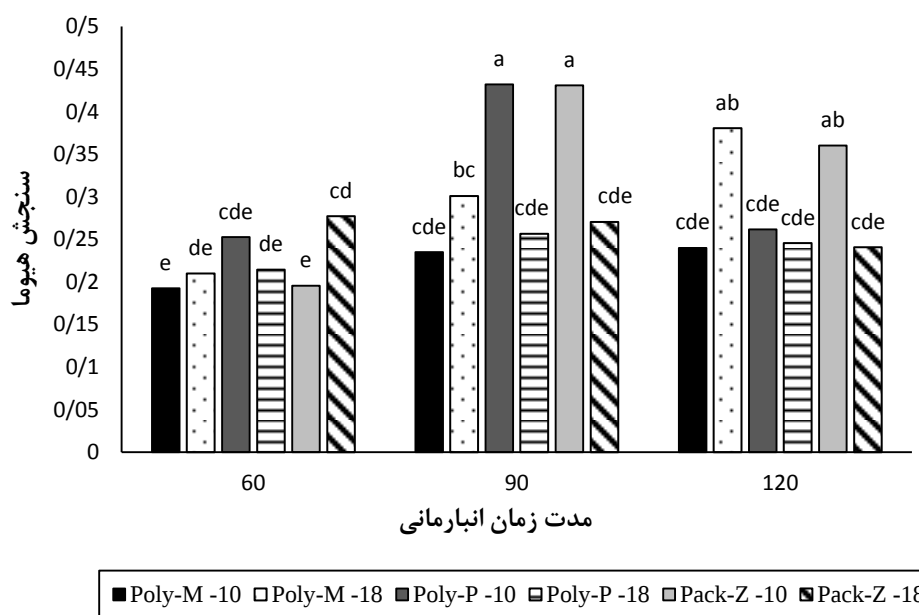
شکل ۳۳-۴ اثر مستقل مدت زمان نگهداری در دما انجماد بر روی میزان روشنایی (L)



شکل ۴-۳۴ اثر متقابل دما های ۲ و ۴ درجه سانتی گراد و مدت زمان انبارمانی بر روی تغییرات L در بسته بندی پلی اتیلن منفذ دار میوه زرشک تازه



شکل ۴-۳۵ اثر مستقل مدت زمان نگهداری در دما انجماد بر روی میزان کروما



شکل ۴-۳ اثر سه گانه متقابل دماهای فریزری و نوع بسته بندی و مدت زمان نگهداری بر تغییرات هیوما میوه زرشک تازه در پژوهشی گزارش شده است که افزایش هیو در میوه انار طی مدت زمان انبارمانی می تواند نتیجه حفظ آنتوسیانین ها و جلوگیری از تجزیه آن ها باشد (varasteh et al, 2012) و همینطور در پژوهش دیگری کاهش میزان هیو شاخصی از کاهش درخشندگی میوه طی دوره نگهداری است (Castagna et al, 2013)، که نتایج این گزارشات با آزمایش ما همخوانی دارد.

رنگ یکی از مهم ترین فاکتورهای ارزیابی عمر پس از برداشت و کیفیت میوه ها است. پژوهش های قبلی نشان داد که پوشش های مختلف در دوره انبارداری تغییر شاخص های رنگ میوه را به تاخیر می اندازد و باعث حفظ رنگ میوه در طول دوره نگهداری پس از برداشت می شود (Hu et al, 2011 Varasteh et al, 2012). کاهش میزان روشنایی (L) دلالت بر تیرگی و کاهش شدت رنگ دارد (Nelson, 1991). تغییرات کروما به علت تغییرات میزان اشباع رنگ ها در میوه است که بالا رفتن مقدار کروما نشان دهنده تغییرات متابولیکی و پیشرفت فرایند رسیدن و شروع مرحله پیری است (Castagna et al, 2013).

## فصل ۵: نتیجه گیری و پیشنهادات

## ۵-۱ نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از این تحقیق به طور خلاصه شامل موارد زیر است :

درصد پوسیدگی در نمونه های نگهداری شده در دمای انجماد در تمامی مراحل آزمایش صفر درصد بود اما در دما های بالا صفر (۲ و ۴ درجه سانتی گراد) میزان پوسیدگی در بسته بندی پلی اتیلن بدون منفذ و فیلم های پلی اتیلن زیپ دار مشاهده شد که درصد پوسیدگی با افزایش مدت زمان نگهداری، افزایش یافته است. بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در تمام مراحل آزمایش در آن پوسیدگی دیده نشد اما با ذر زمان با درصد قابل توجهی کاهش وزن مواجه شد درحدی که در زمان ۱۲۰ روز به دلیل از دست دادن کیفیت خود به دلیل کاهش وزن قابل توجه از آزمایش حذف شدند. بطور کلی درصد کاهش وزن باگذر زمان و افزایش مدت زمان انبارمانی محصول، افزایش یافته است و در پایان دوره آزمایش (۱۲۰ روز) در تمامی دماهای مورد آزمایش بیشترین درصد کاهش وزن مربوط به ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۲ درجه سانتی گراد با ۵۰ درصد کاهش وزن است و همینطور فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد به میزان ۱۰/۲۵ و ۱۰/۴۱ درصد کمترین رسوبت را از دست دادند. همینطور دز پژوهشی بر روی فلفل سبزر بسته بندی ظروف پلی اتیلن منفذدار آلودگی مشاهده نمی شود ولی با افزایش مدت زمان انبارمانی کاهش وزن به طور محسوس مشاهده شده است (Chitravathi et al,2015).

در میزان پی اچ اختلاف معنی دار محسوسی وجود ندارد و درباره اسیدیته قابل تیتراسیون با افزایش زمان نگهداری میزان آن هم افزایش یافته است و در دمای انجماد در آخرین دوره آزمایش کمترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون مربوط به ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۳/۱ درصد است و در سایر تیمارها اختلاف معنی دار مشاهده نشده است. براین اساس . تغییرات ایجاد شده در اسید قابل تیتراسیون در طی مدت زمان نگهداری میوه می تواند به دلیل فعالیت های متابولیسمی از جمله تنفس باشد ( قاسم نژاد و همکاران، ۱۳۹۰). میزان مواد جامد

محلول در تمامی تیمارها با افزایش مدت نگهداری بیشتر می شود و در آخرین دوره آزمایش ( در دما انجماد ۱۲۰ روز و در دما بالا صفر ۹۰ روز) بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد به میزان ۲۴/۹ درجه بریکس و در میان سایر تیمارها اختلاف معنی دار وجود نداشت و میزان مواد جامد محلول در دما بالا صفر با تبدیل کربوهیدرات ها به قند ها و سایر مواد محلول به وسیله فرآیندهای متابولیکی و یا به دلیل آب از دست دهی بالای میوه، میزان مواد جامد محلول هم بیشتر می شود (ishaq et al,2009). براساس نسبت اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول شاخص طعم در دما انجماد در طول مدت نگهداری میزانش کاهش یافته و در آخرین دوره آزمایش اختلاف معنی داری میان تیمار ها وجود نداشت، اما در دماهای بالا صفر در طی مدت زمان نگهداری میزان شاخص طعم افزایش می یابد و در ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۲ درجه سانتی گراد بهتر است.

میزان نشت الکترولیت با افزایش مدت نگهداری، افزایش یافته است و در دما انجماد در آخرین دوره آزمایش بیشترین میزان نشت الکترولیت مربوط به ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد و کمترین میزان مربوط است به ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد و فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد است. با گذشت زمان و دمای نگهداری کاهش استحکام بافت میوه ممکن است به دلیل فعالیت آنزیمی و تخریب دیواره سلول ها و حل شدن پکتین باشد (Vargas et al,2006).

میزان آنتوسیانین هم همانند بسیاری از صفات دیگر میزانش با افزایش مدت نگهداری کاهش می یابد. در آخرین دوره آزمایش بیشترین مقدار آنتوسیانین مربوط به ظروف پلی اتیلن بدون منفذ و فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد است و کمترین میزان هم در فیلم های پلی اتیلن زیپ دار و ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد مشاهده شده است. پایداری آنتوسیانین ها تحت تاثیر دمای فرآیند، شرایط انبساطی، عملیات پس از برداشت، طبیعت

شیمیایی آنتوسیانین ها، مجاورت با نور و pH قرار دارد. کاهش میزان آنتوسیانین در طی مدت زمان انبارمانی می تواند به فعالیت آنزیم های اکسایشی مرتبط باشد البته سنتز آنتوسیانین ها در دمای پایین گزارش شده است و سنتز آنتوسیانین ها علاوه بر موارد بالا تحت اثر مقدار دی اکسید کربن و اکسیژن هم قرار دارد (Dhinesh et al, 2018).

در آخرین دوره آزمایش در دمای بالا صفر، اختلاف معنی دار مشاهده نشد اما بطور کلی ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۲ درجه سانتی گراد عملکرد بهتری داشتند. در دماهای پایین صفر، بیشترین مقدار ویتامین ث در بسته بندی فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد ثبت شد و کمترین مقدار هم در ظروف پلی اتیلن منفذدار در دماهای انجماد (۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد) و فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد مشاهده شد. میزان ویتامین ث با افزایش دوره انبارمانی کاهش پیدا می کند و با کاهش یافتن مقدار ویتامین ث فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز هم کاهش می باید و از علل روند کاهشی اسیدآسکوربیک می توان به از دست دادن آب، آسیب دیواره سلولی، دما، رطوبت و محیط بسته بندی اشاره کرد (Dhinesh et al, 2018).

میزان فنل با افزایش زمان انبارمانی کاهش می یابد. در آخرین دوره آزمایش بیشترین میزان فنل مربوط به بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد است و کمترین میزان هم در فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد مشاهده شد. بر اساس مطالعات انجام شده مشخص شده، مدت زمان انبارداری و دمای نگهداری میوه ها تاثیر زیادی بر میزان فنل کل دارد ( Klimezak et al, 2006 ) و کاهش ترکیبات فنلی در طی مدت زمان انبارداری را به فرایند پیری نسبت داده شده است ( Loscalzo et al, 2004 ). فعالیت آنتی اکسیدانی در طول مدت زمان نگهداری کاهش می یابد و بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در فیلم های پلی اتیلن زیپ دار و ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد است و کمترین میزان هم در ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد مشاهده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، مشخص

شده است که افزایش زمان نگهداری در سردخانه، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی کاهش می یابد (Tavarini et al, 2007).

درباره آنزیم های آنتی اکسیدانی اندازه گیری شده، فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز با افزایش مدت نگهداری افزایش یافته است. بیشترین فعالیت این آنزیم در آخرین دوره آزمایش، در دما انجماد در ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد است و در دمای بالا صفر در ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۲ درجه سانتی گراد مشاهده شده. فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در طی مدت نگهداری کاهش می یابد. بیشترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در دماهای بالای صفر در آخرین دوره آزمایش اختلاف معنی داری وجود نداشت اما به طور کلی در ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۴ درجه سانتی گراد فعالیت بیشتر آنزیم ثبت گردیده است. همینطور در دماهای پایین صفر در آخرین دوره آزمایش بیشترین میزان فعالیت در ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد مشاهده گردید. همینطور در آنزیم کاتالاز بیشترین فعالیت در دماهای بالای صفر در آخرین دوره آزمایش بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در دمای ۲ درجه سانتی گراد است و بیشترین میزان فعالیت در آخرین دوره آزمایش در دماهای انجماد در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد می باشد.

درباره ی تغییرات رنگ میزان شدت رنگ (L) در طی مدت زمان نگهداری کاهش می یابد. بیشترین میزان شدت رنگ در آخرین دوره آزمایش در دماهای انجماد مربوط به بسته بندی پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۰- درجه سانتی گراد است و در دماهای بالا صفر بیشترین میزان شدت رنگ در ظروف پلی اتیلن منفذدار در دمای ۴ درجه سانتی گراد مشاهده شد. همینطور بیشترین میزان درجه هیو مربوط به فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دمای ۱۰- و پلی اتیلن منفذدار در دمای ۱۸- است و میزان کروما هم با افزایش زمان نگهداری کاهش پیدا کرده است. افزایش زمان نگهداری باعث کاهش پارامتر L و a می شود (نیازمند و یگانه زاده، ۱۳۹۹).

با توجه به نتایج به دست آمده نگهداری در دما های بالای صفر به جز بسته بندی پلی اتیلن منفذدار رضایت بخش نبود و نمونه ها اکثرا به دلیل آلودگی از بین رفتن و در بسته بندی پلی اتیلن منفذدار هم با افزایش مدت زمان نگهداری به علت افت وزن شدید کیفیت خود را از دست می دهند و بهترین مدت زمان انبارمانی برای این نوع بسته بندی و دمای ۲ و ۴ درجه سانتی گراد نهایتا ۶۰ روز می باشد. در دماهای زیر صفر به طور کلی بسته بندی فیلم های پلی اتیلن زیپ دار در دماهای ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد و بسته بندی با ظروف پلی اتیلن بدون منفذ در دما ۱۸- درجه سانتی گراد عملکرد بهتری داشتند. در طی مدت زمان انباری در دماهای انجماد هم با افزایش زمان نگهداری از کیفیت صفات کاسته می شود. اما بر طبق نتایج بدست آمده تا مدت زمان ۹۰ روز در اکثر بسته های موجود در دما های انجماد کیفیت مطلوب دارند اما با افزایش مدت زمان انبارمانی تا ۱۲۰ روز در صفاتی از جمله نشت الکترولیت رضایت بخش نبودند.

## ۵-۲ پیشنهادات

- ۱- با توجه به از بین رفتن اکثر نمونه های موجود در دماهای بالای صفر به دلیل آلودگی بهتر است تیمارهای ضدعفونی مورد ارزیابی قرار گیرند.
- ۲- استفاده از سایر بسته بندی ها برای حفظ صفات کیفی و کمی با توجه به نتیجه مطلوب تر در دما ۱۰- و ۱۸- درجه سانتی گراد، بررسی سایر دما های انجماد برای بدست آوردن دمای مطلوب تر برای نگهداری
- ۳- استفاده پوشش خوراکی بر روی میوه به منظور جلوگیری از دست دادن آب در انواع بسته بندی ها بخصوص بسته بندی منفذدار

## فصل ٤: مراجع

- آمارنامه کشاورزی. (۱۳۸۲) ، دفتر آماروفناوری اطلاعات معاونت برنامه ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی. چاپ اول
- ارومیه ای ع. (۱۳۸۹). پلاستیک بسته بندی مواد غذایی و دارویی، اصل و روش های آزمون، تهران، انتشارات شرکت ایده پردازان فن وهنر، ص ۲۵۶
- اصغری، م. و خلیلی، ح. (۱۳۹۳). تأثیر ژل آلونه ورا بر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز، خواص کیفی و ماندگاری میوه گیلاس
- رقم، سیاه مشهد<sup>۷</sup>. نشریه علوم باغبانی، ۲۸(۳): ۳۱۱-۴۲۲.
- بدیعی ف. (۱۳۹۷)، آشنایی با اصول بسته بندی محصولات باغی، نشر آموزش کشاورزی ، کرج ، چاپ اول. ص ۹
- پاکدامن ن، شاکراردکانی ا، صابری ن، طاهری ا، طالقانی ف. (۱۳۹۹). تاثیر انجماد و پوشش آلرژینات بر ماندگاری پسته تازه. موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده پسته . چاپ اول. ص ۲-۴
- چاجی، ح. (۱۳۷۸)، طراحی و روش ساخت دستگاه خشک کن مناسب برای زرشک. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- خسروشاهی س، (۱۳۹۳). پایان نامه ارشد، بررسی اثر بسته بندی اتمسفر اصلاح شده (MAP) بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و میکروبی زرشک تازه، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد
- رشیدی ح ، کمیلی دوست س. (۱۳۹۷)، درجه بندی و بسته بندی میوه و سبزیجات، مؤسسه ی آموزش عالی علمی کاربردی و مهارتی جهاد کشاورزی، تهران، چاپ اول. ص ۵۴
- زاده باقری م، خردمند ن، صادقی ح و بهروزنام جهرمی ب. (۱۳۸۹). بررسی تاثیر دما بر میزان تولید اتیلن و برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه سیب گرانی اسمیت. فصلنامه علمی- پژوهشی گیاه و زیست بوم . سال ۶. شماره ۲۴ . ص ۳۳- ۴۴
- طلایی، ع، عسگری سرچشمه، م. ع، بهادران، ف. و شرافتیان، د. (۱۳۸۳). مطالعه آثار تیمارهای آب گرم و پوشش پلیاتیلن بر روی عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم ملس ساوه). مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۹(۲):، ص ۳۰۰-۳۱۴.
- فتحی ح. (۱۳۷۱). بازاری جهانی سیب. از سری انتشارات بازاری جهانی کالا. موسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی، وزارت بازرگانی، تهران، ایران. شماره ۲۱، چاپ اول
- مهرگان م و مرادی نژاد ف و جهانی م ، (۱۳۹۴). تاثیر آب گرم و کلرید کلسیم بر پارامترهای شیمیایی و

ماندگاری میوه تازه زرشک بی دانه نگهداری شده در دماهای مختلف، بیست و سومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، قوچان، <https://civilica.com/doc/563852>

- محمودی ب، جوکار ا، عبداللهی ف. (۱۳۹۹). انجماد دانه های انار پوشش داده شده با کیتوزان و بررسی کیفیت آن در طی نگهداری به صورت انجماد. شماره ۱۰۴. دوره ۱۷. ص ۱۶۳-۱۷۵
- نیک ذات ا و انصاری س. (۱۳۹۷). بررسی تاثیر فرایند حرارتی بر برخی ویژگی های کیفی ذرت طی دوره نگهداری انجمادی. علوم غذایی و تغذیه. سال شانزدهم. شماره ۱. ص ۹۹-۱۱۱
- ولی پور مطلق ن، حامد موسویان م، مرتضوی ع. (۱۳۸۹). تاثیر بسته های محتوی نانوذرات نقره بر مشخصه های میکروبی و ظاهری زرشک در مقایسه با بسته های پلی اتیلن معمولی، نشریه پژوهشهای صنایع غذایی ایران، شماره ۲، جلد ۵، ص ۷۵-۸۷

- Adel Kader.(1998) "Postharvest losses of Horticultural Perishables" Post Harvest Newsletter 2. International Institute of Tropical Agriculture.
- Abdollahi |M., Moradinezhad F., Sayyari Zahan M.H., Bayat H. (2018). Effect of postharvest treatments (hot water, ascorbic acid and salicylic acid) and packaging on quality attributes of fresh seedless barberry fruit (*Berberis vulgaris* L.). Journal of Horticultural Science, 81(15). 23-32
- Abd El-Wahab AE, Ghareeb DA, Sarhan EE, AbuSerie MM, El Demellawy MA. (2013) In vitro biological assessment of *Berberis vulgaris* and its active constituent, berberine: antioxidants, antiacetylcholinesterase, anti-diabetic and anticancer effects. BMC Complement Altern Med 13: pp1.
- Ahmed,M., Anjum,M.A., Naz,R,M.M., Khan,M.R., Hussain,s.. (2013). Characterization of indigenous barberry germplasm in Pakistan: variability in morphological charactreistics and nutritional composition. Fruits 68 (5). pp409-422
- Arayne, M.S., Sultana, N., bahadur, S.S. (2007). The berberis story: *Berberis vulgaris* in therapeutics. Pak J Pharm Sci. 20: pp83–92.
- Alemardan, A., Asadi, W., Rezaei, M., Tabrizi, L., Mohammadi, S., (2013), Cultivation of Iranian seedless barberry (*Berberis integerrima* 'Bidaneh'): A medicinal shrub, Industrial Crops and Products, 50, pp276-287.
- Ardestani SB, Sahari MA, Barzegar M, Abbasi (2013) S.Some physicochemical properties of Iranian native barberry fruits (abi and poloei): *Berberis integerrima*

and *Berberis vulgaris*. J Food Pharm Sci 2013 B. *vulgaris*; 1:3.

- Arayne MS, Sultana N and Bahadur SS. The berberis story: berberis vulgaris in therapeutics. Pak. J. pharm. Sci. 2007; 1: 83 - 92.
- Aliakbarlu J., Ghiasi S., Bazargani-Gilani B. (2018): Effect of extraction conditions on antioxidant activity of barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruit extracts .Journal Veterinary Research Forum ٩ .(4) : 361 – 365
- Aghbashlo, M.; Kianmehr, M.H.; Hassan-Beygi, S.R. Specific heat and thermal conductivity of berberis fruit (*Berberis vulgaris*). Am. J. Agric. Biol. Sci. (2008), 3, 330–336. [CrossRef]
- Alighourchi, H., Barzegar, M. and Abbasi, S. 2008. Effect of gamma irradiation on the stability of anthocyanins and shelf-life of various pomegranate juices. Food Chemistry. 110, 1036-1040.
- Ahmad, S, Thompson, AK, Asi, AA, Khan, M, Chatha, GA, Shahid, MA. (2001) Effect of reduced O<sub>2</sub> and increased CO<sub>2</sub> (controlled atmosphere storage) on the ripening and quality of ethylene treated banana fruit. Int. J. Agric. Biol., 3 (4),486-490.
- Afshari-Jouybari, H. & Farahnaky, A. (2011). Evaluation of Photoshop software potential for food colorimetry. Journal of Food Engineering, 106(2), 170-175
- Aebi, H. E. (1984). Catalase in vitro. Methods Enzymology 105: 121-126.
- Aynehchi,Y.(2001): Pharmacognosy and medicinal plants of Iran, Tehran University Press Tehran ,p.104
- B-Gol, N., Patel, R., Rao, P. & Ramana, T. V. (2013). Improvment of quality and shelf life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan.Postharvest Biology and Technology, 85, pp 185-195.
- Bone K, Mills S. (2013). Materia medica. Principles and practice of phytotherapy modern herbal medicine. 2st ed. USA: Churchill livingstone, .p.399-418.
- Bahmani M, Zargar A, Rafieian-Kopaei M, Saki K. (2014). Ethnobotanical study of medicinal plants used in the management of diabetes mellitus in the Urmia, Northwest Iran. Asian Pac J Trop Med 7, pp 348-354.

- Bhardwaj D, Kaushik N.(2012) Phytochemical and pharmacological studies in genus *Berberis*. *Phytochem Rev*.11, pp523-542.
- Braaksma, A., Schaap, D.J., De Vrije, T., Jongen W. M. F., & Woltering E. J., (1994). Ageing of the mushroom(*Agaricus bisporus*) under postharvest conditions. *Postharvest Biology and Technology* 4:(1-2), pp99-110
- Baek, K.H., Skinner, D.Z., (2003). Alteration of antioxidant enzyme gene expression during cold acclimation of near-isogenic wheat lines. *Plant Science*. 165, pp 1221-1227
- Barman, K., Asrey, R. & Pal, R. K. (2011). Putrescine and carnauba wax pretreatments alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 130, pp795-800
- Butz,P.,Serfert,Y., Fernandez-Garcia,A., Dieterich,S., DieterichandTauscher. (2004). B.:Influence of high-pressure treatment at 25 and 80°C on folates in berberis juice and model media ,*J.Food Sci.*,69, pp117-121
- Berent. A, Anderson, Pring,S, Ferruh. E and Pasul.S.(2004). Thawing and freezing of selected meat products in household refrigerators. *International Journal of Refrigeration* 27, pp 63-72
- Belay, ZA, Caleb, OJ, Mahajan, PV, Opara, UL.(2018). Design of active modified atmosphere and humidity packaging (MAHP) for ‘wonderful’ pomegranate arils. *Food Bioprocess Technol.*, 11 (8), pp1478-1494.
- Costa, L., R.A. Vicente, P.M. Civello, A.R. Chaves and G.A. Martinez. 2006. UV-C treatment delays postharvest senescence in broccoli florets. *Postharvest Biol. Technol.* 39: 204–210
- Chitravathi, K, Chauhan, O, Raju, P. (2015). Influence of modified atmosphere packaging on shelflife of green chillies (*Capsicum annuum* L.). *Food Packag. Shelf Life*, 4, pp 1-9.
- Chan.KF, Tran.HL, Kanenaka RY and Kathariou S. (2001). Survival of clinical and poultry-derived strains of *Campylobacter jejuni* at a low temperature(4 °C). *Journal of Applied and Environmental Microbiology* 67. pp 4186- 4191
- Calixto J. (2000) Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytotherapeutic agents). *Braz J Med Biol Res*; 33, pp 179-189
- Cordenusi B.R., Nascimento J.R.O., and Lajolo F.M. 2003. Physico-chemical

changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. Food Chemistry 83, 167-173.

- Conforti, F., G. A. Statti and F. Menichini. (2007). Chemical and biological variability of hot pepper fruits (*Capsicum annuum* var. *acuminatum* L.) in relation to maturity stage. Food Chemistry. 102, pp 1096-1104.
- Choi, HJ, Bae, YS, Lee, JS, Park, MH, Kim, JG.(2016) Effects of carbon dioxide treatment and modified atmosphere packaging on the quality of long distance transporting "maehyang" strawberry. Agric. Sci., 7 (12), pp813-821. doi:10.4236/as.2016.712074.
- Ding, C.-K., Chachin, K., Hamazu, Y., Ueda, and Imahori, Y., (1998). Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit. Postharvest Biology and Technology. 14: (3), pp309-315.
- Dijkstra, L. and Walker, J. R. L. (1992). Enzymatic browning in apricots. Journal of the Science Food Agriculture, 58, pp 41-48.
- Dhinesh Kumar, V, Ramasamy, D, Jerish Joyner,J. (2018). Effect of active modified atmosphere packaging material on biochemical and microbial characteristics of pomegranate arils during storage. Int. J. Chem. Stud., 6 (2), pp 95-99
- Dourandish A., Daneshvar K.M., and Rahnama A. (2011). Investigating effective quality factors on barberry prices (Case study: South Khorasan province). Journal of Agricultural Economics and Development 3, pp385-391. (In Persian with English abstract)
- Dong, F. and Wang, X. (2018). Guar gum and ginseng extract coatings maintain the quality of sweet cherry. LWT Food science, 89,pp 117-122
- Douglas.L and Archer. (2003). Freezing: an underutilized food safety technology? A review. International journal of Food Microbiology 90. pp 127-138
- D. H. Lee, C. B. Lee, "Chilling stress-induced changes of antioxidant enzymes in the leaves of cucumber: In gel enzyme activity assays", Plant Sci. 159(2000) 75-85.
- Escribano, S. and Mitcham, E. J., (2014). Progress in heat treatments, Stewart Postharvest Review, 10, pp 1-6.

- Esteves M.T., Carvalho V.D., Chitarra M.I., and Paula M.B. (1984). Characteristics of fruits of six guava (*Psidium guajava* L.) cultivars during ripening. II. Vitamin C and tannins contents *Annal do VII Congresso Brasileiro de Fruticultura*, pp 490-500
- Fatehi, M.; Saleh, T.M.; FatehiHassanabad, Z.; Farrokhfal, KH.; Jafarzadeh, M.; and Davodi, S.A. (2005) pharmacological study on *Berberis vulgaris* fruit extract. *Journal of Enthopharmacology*. 102, pp 46-52
- Fawole, O. A. & Opara, U. L. (2013a). Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. *Industrial Crops and Products*, 47,pp 300-309.
- Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A. & Gonzalez-Martı ez, C. 2006 . Q a ity of co d-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 41, 164-171.
- Fallah Huseini H, Zareei Mahmoudabady A, Mehrazma M, Alavian SM, Kianbakht S, Mehdizadeh M. (2010) The effects of taraxacum officinale L. and *Berberis vulgaris* L. root extracts on carbon tetrachloride induced liver toxicity in rats. *J Med Plan*; 9. pp45-52.
- Fallahi E., Conway W.S., Hickey K.D., and Sams C.E. (1997). The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *Horticultural Science*, 32. pp 831-835.
- Goletti,F. (2003). Current Status and Future challenges for the Postharvest Seector in Developing Counties. *Acta hort.* 628, ISHS2003. Issues and in postharvest hort.proc XXVI..
- .Gambel, P.E. and J.J. Burke. (1994). Effect of water stress on the chloroplast antioxidant system. I.Alterations in glutathione reductase activity. *Plant Physiology*, 76, pp 615-621.
- Gastol M., and Domagala-Swiatkiewicz I. (2006). Effect of foliar sprays on potassium, magnesium and calcium distribution in fruits of the pear. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14(2). pp169-176.
- Guan, J. and Dou, S. 2010. The effect of MAP on quality and browning of cold-stored plum fruits. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8 (2): 113-116.

- Gould KS. Natures Swiss Army Knife. (2004) The diverse protective roles of anthocyanins in leaves. J Biomed Biotechnol 5). pp314-320.
- Heidary, S., Marashi, H., Farsi, M., Kakhki, A.M. (2009). Assessment of genetic structure and variation of native Berberis populations of Khorasan provinces (Iran) using aflp markers versus morphological markers. Iranian Journal of Biotechnology. 7(2): pp 101–107
- Hendry, G.A.F. (1993). Oxygen, free radical processes and seed longevity. Seed Sci, Res. 3, pp 141-153.
- Hajzadeh MAR, Rajaei Z, Alavinejhad A, Samarghandian M and Ahmadi M. (2011) Effect of barberry fruit (berberis vulgaris) on serum glucose and lipids in streptozotocin-diabetic rats. Pharmacologyonline 1. pp 809 – 17
- Hesami M, Aliabaday S. Berberis (2012). use traditional Drtb. National Seminar on Natural Products and Medicinal Plants, J North Khorasan Univ Med Sci; Exclusive Magazine Conference: p. 31.8.
- Humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology 49(2). Pp 201-209.
- Heidari S., Marashi S.H., Farsi M., and Mirshamsi K.A. (2009). Investigation of the diversity of wild and agricultural masses and agriculture of barberry in Khorasan province by using morphological markers and evaluating its effectiveness in systematic studies. Iranian Journal of Agricultural Research 2. pp401-410. (In Persian with English abstract)
- Howard, L. R., Smith, R. T., Wagner, A. B., Villalon, B., Burns, E. E., (1994). Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annum* L) and processed jalapenos. J. Food Sci. 59. pp 362-365
- Huber, D. J. (1984). The role of cell wall hydrolase in fruit softening. Horticultural Reviews, 5. pp 169-219
- Ishaq, S., Rathore, H. A., Masud, T. and Ali, S. (2009). Influence of postharvest calcium chloride application, ethylene absorbent and modified atmosphere on quality characteristics and shelf life of apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit during storage. Pakistan Journal of Nutrition, 8 (6), pp 861-865.
- Jiang, Y., Li, J. & Jiang, W. (2005). Effects of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. LWT-Food Science and Technology, 38,pp 757-761.

- Kim,y.D., Kim,S.H., Landrum,L.R., (2004). Taxonomic and phytogeographic implications from ITS phylogeny in berberis(berberidaceae).J.Plant Res. 117. Pp 175-182
- Klimezak I., and Malecka M. (2006). Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Journal of Food Composition and Analysis, 20, pp313-322.
- Khoshgozaran, S, Azizi, MH, BagheripoorFallah, N. (2012). Evaluating the effect of modified atmosphere packaging on cheese characteristics: a review. Dairy Sci. Technol., 92 (1), 1-24.
- Kafi,M., Balandary,A., Rashed-Mohasel, M.H., Koochaki, A., Molafilabi, A., (2004). Berberis: Production and Processing. Zaban va adab Press, Iran. pp.1-209 (in persian)
- Kannan. P.K., & Kopalle. P.K. (2001). Dynamic Pricing on the Internet: Importance and Implications for Consumer Behavior. International Journal of Electronic Commerce, 5. pp 63-83.
- Kang, G.Z., Wang, Z.X. and Sun, G.C. (2003). Participation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in enhancement of coldchilling by salicylic acid in banana seedlings. Acta Botani
- Knee.M, Looney.E.W., Hertog.M.L.A and Harker .F.R. (1983). Initiation of rapid ethylene synthesis by apple and pear fruits in relation to storage temperature , J.Exp. Bot, 43, pp 1207-1212
- Kader, A.A. and Nanos, G. (1990). Storage potential of fresh manzanillo olives. California Agriculture, 44(3). pp23-24
- Kittur F., Saroja N., Habibunnisa and Tharanathan R. (2001). Polysachharide based composite coating formulations for shelf life extension of fresh banana and mango. European Food Reserch and Technology. 206: pp 44-47.
- Khadavi-Khub, A,. (2009). Pomology. Agriculture Education Press, Tehran,Iran(In Farsi)
- Kilonzo-Nthenge A.K.. (2012) Gamma Irradiation for Fresh Produce, Gamma Radiation, Prof. FerizAdrovic(Ed.), (ISBN: 978-953-51-0316-5, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/gammaradiation/gamma-irradiation-for-fresh-produc>. Gamma Radiation, intechopen.com.2012), pp. 251-262
- Lemoine M. L., Civello P. M., Chaves A. R., and Martinez G. A, (2008), Effect

of combined treatment with hot air and UV-C on senescence and quality parameters of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*), *Postharvest Biology and Technology*, 48, pp15-21.

- LoScalzo R., Innocari T., Summa C., Morelli R., Rapisarda P. (2004).effect of thermal treatment on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. *Food Chem.* 85, pp 41-47
- Lopez, A.P., Gochicoa, M.T.N., Franco, A.R., (2010). Activities of antioxidant enzymes during strawberry fruit development and ripening, *Biological Planatarum*, 54 (2), pp 349-352.
- Li, Y.D., Kvacek, Z., Fergosen, D.K., Wang, Y.F., Li, Ch.S., Yang, J.Sh., Ying, Y., Ablae, A.G., Liu, H.M. (2010). The fossil record of *Berberis* (*Berberidaceae*) from the Palaeocene of ne China and interpretations of the evolution and phytogeography of the genus. *Rev Palaeobot Palynol.* 160(1/2). pp 10–31
- Lila, M. A. (2004). Anthocyanins and human health: an in vitro investigative approach. *BioMed Research International*, 5. pp 306-313
- Litao Peng , Y. J., (2006), Exogenous salicylic acid inhibits browning of fresh-cut Chinese water chestnut, *Food Chemistry*,94, pp535-540.
- Li H., and Yu T. (2001). Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. *Journal of Science Food Agriculture*, 81. pp 269-274
- Lill, R. E., O'Donoghue, E. M. and King, G. A. (1989). Postharvest physiology of peaches and nectarines. *Horticultural Reviews*, 11. pp 413-452.
- Mokhber-Dezfuli N, Saeidnia S, Gohari AR, Kurepaz-Mahmoodabadi M. (2014). Phytochemistry and pharmacology of *berberis* species. *Pharmacogn Rev* 8. pp 8.
- M. Pouyan. (2008) *Barberry from an economic and production point of view*, 1st ed. (Ghahestan publications,Birjand, (In Persian. (
- Mozaffarian V. A Dictionary.(2007). of Iranian Plant Names.Tehran-Iran: Farhang Moaser;
- Majd, F. and Ardekani, M. (2003). *Nuclear Techniques in Agricultural Science*.

University of Tehran Press.pp 102. in Persian.

- Moradinezhad F., Hassanpour S., Sayyari M.H., (2018). Influence of Preharvest Spray of Calcium Chloride and Salicylic Acid on Physicochemical and Quality Properties of Fresh Seedless Barberry Fruit. *Journal of Horticultural Science*, 32(1). pp 61-74
- Mitcham, B., Cantwell, M. and Kader, A. (1996). Methods for determining quality of fresh commodities. *Perishable Handling Newsletter*, 85. pp 1-5
- Milda E. E., Kerry C.H. (2009). *Edible Films and Coatings for Food Applications*. Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
- Mckersie, B.D., Leshem, Y.Y., (1994). *Stress and Stress Coping in Cultivated Plants*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Meng, X., Han, J., Wang, Q. and Tina, S., (2009). Changes in physiology and quality of peach fruits treated by methyl jasmonate under low temperature stress. *Food chemistry*. 114. pp 1028-1035
- Niazmand R. and Yeganehzad S., (2021), Evaluation of the effect of disinfection pre-treatment and carbon dioxide relative atmosphere on the physicochemical and microbial characteristics of fresh barberry during storage, *Innovative Food Technologies*, 8(2), pp219
- Nezami, A., Nabati, J., Borzooei, A., Kamandi, A., Masomi, A., Salehi, M., (2010). Evaluation of freezing tolerance in barley (*Hordeum vulgar L.*) cultivars at seedling stage under controlled conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences (ESCS)*. 3(1), 9-22. [In Persian with English Summary].
- Nourian F, Ramaswamy HS and Kushalappa AC, 2003. Kinetics of a quality change associated with potatoes stored at different temperatures. *LWT- Food Science and Technology* 36, pp 49-65.
- Nakano, Y., Asada, K., (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate – specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant Cell Physiology*. 22, pp 867-880
- Ozgen, M., O.saracoglu, and EN.Gecer. (2012). Antioxidant capacity and chemical properties of selected barberry fruits. *horticultural environmental, biotechnology*, 53. pp 447-451
- Özdemir, K. S. and Gökmen, V., (2016) Extending the shelf-life of pomegranate

arils with chitosan-ascorbic acid coating, LWT Food Science and Technology.

- Peterson, P.D., (2003). The common barberry: the past and present situation in Minnesota and the risk of wheat stem rust epidemics. PhD Thesis. Graduate Faculty, North Carolina State University, USA.
- Perez-Vicente, A., Martinez-Romero, D., Carbonell, A., Serrano, M., Riquelme, F., Guillen, F., & Valero, D. (2002). "Role of polyamines in extending shelf life and the reduction of
- Polle, A. (2001). Dissecting the superoxide dismutase-ascorbate-glutathione pathway in chloroplasts by metabolic modeling: Computer simulation as a step towards flux analysis. *Plant Physiology*, 126: 445-46
- Promyou.S, Ketsa.S and Van Doorn.W.G, (2012). Salicylic acid alleviates chilling injury in anthurium (*Anthurium andraeanum* L.) flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 64, PP 104-110.
- Pizzocaro.F, Torreggiani.D and Gilardi.G. (1993). Inhibition of apple polyphenoloxidase(PPO) by ascorbic acids, citric acid and sodium chlorids. *Food Pro.Preser.* 17,1. pp 21-30
- Qiuhui Hu, Yong Fang, Yanting Yang, Ning Ma and Liyan Zhao. (2011). Effect of nanocomposite-based packaging on postharvest quality of ethylene-treated kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) during cold storage. *Food Research International*. 44. pp 1589-1596
- Rahimi-Madiseh Mohammad , Lorigoini Zahra, Zamani-gharaghoshi Hajar, Rafieian-kopaei Mahmoud.(2017) .*Berberis vulgaris*: specifications and traditional uses *Iran J Basic Med Sci* 20. pp 569-587
- Rade, A. and Strucei, D. (1995). Influence of olive storage and processing on some characteristics of olive. *Tech. Biotech.* 3(31). pp119-122.
- Rahimi-Madiseh M, Gholami-Arjenaki M, Bahmani M, Mardani G, Farzan M, Rafieian-Kopaei M. (2016) Evaluation of minerals, phenolics and anti-radical activity of three species of Iranian berberis fruit. *Derpharma Chemica*. 8. pp 191-197
- Rade, A. and Strucei, D. (1995). Influence of olive storage and processing on some characteristics of olive. *Tech. Biotech.* 3(31). pp119-122.
- Ramin, A, Sheikhloie, H, Yousefi, AR. (2016). Evaluation of the effect of

modified atmosphere packaging (map) and propolis on some properties of spinach cultivar of —varamin 88‖ during preservation. Iranian J. Food Sci. Tech., 13 (61). pp 1-15.

- Samsam Shariat, E., and Moattar, F.. (1992). Herbs toxicity (toxicity signs and treatment), Esteghlal publishing house. pp 461.
- Sung, J.M. (1996). Lipid Peroxidation and peroxidase scavenging in soybean seeds during aging. *Physiol. Plant.* 97, pp 85–90.
- Schuman G.E., Stanley M.A., and Knudsen D. (1973). Automated total nitrogen analysis of soil and plant samples. *Soil Science Society of America Journal*, 37(3). pp 480-481.
- Sairam, R.K. and Srivastava. G.C. (2001). Water stress tolerance of wheat *Triticum aestivum* L.: Variation in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotype. *Journal Agronomy and Crop Science* 186. pp 63-70.
- Slinkard K, Singleton VL. (1977) Total phenol analysis; automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Viticult* . 28. pp 49-55.
- Shin Y, Ryu J A, Liu R H, Nock J F and Watkins C B, (2008). Harvest maturity, storage temperature and relative
- Shafiee, M., Taghavi, T.S. and Babalar M. (2010). Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124. pp 40- 45.
- Shimada K, Fujikawa K, Yahara K, Nakamura T. (1992). Antioxidative properties of xanthin on autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Agric Food Chem* 40. pp 945-8
- Stephen.G, Forrestl.J and Spencer.M.S. (1989). Arole of ethylene in the metabolism of cyanid by higher plant, *Plant physiology*, 89, pp 1306-1310
- Tehranifar, A., (2002), Barberry growing in Iran, XXVI International Horticultural Congress. 620. pp 193-195
- TCCIMA. (2017). Tehran Chamber of Commerce, Industries, Mines, and Agriculture. Tehran, Iran

- Tavarini S., Remorini D., and Massai R. (2007). Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. Food Chemistry, 107, pp282-288.
- Tavarini , s.,Degl, Innocenti,E.,Remorini, D., Massai, R, and Guidi,L.,(2008). Antioxidant Capacity, ascorbic acide, total phenols and carotenoids. Changes during harvest and after storange of Hay ward Kiwifruit. Food chemistry , 107, pp 282-288
- Usda (2009). "Agricultural research service, National nutrient database for standard refrence." from <http://www.nal.usda.gov>
- Uemura, M., Tominaga,Y., Nakagawara, C., Shigematsu, S., Minami, A., Kawamura, Y., (2006). Responses of plasma membrane to low temperature. Physiologia. Plantarum. 126. pp 81-89.
- Van Acker, S.A., Tromp, M.N., Haenen, G.R., Van Der Vijgh, W.J. & Bast, A. (1995). Flavonoids as scavengers of nitric oxide radical. Biochemical and Biophysical Research Communications. 214. pp 755-759.
- Vargas M, Albors A, Chiralt A, GonzalezMartinez C(2006). Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. Postharvest Biol Technol; 41, pp 164-71.
- Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M. & Zamani, Z. (2012). Changes in anthocyanins in arils of chitosan-coated pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Rabbab-e-Neyriz) fruit during cold storage. Food Chemistry. 130. pp267-272
- Wang L., Chen S., Kong W., Li S., and Archbold D.D. (2006). Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology, 41. pp244-251
- Wang, W. B., Kim, Y. H., Lee, H. S., Yong Kim, K., •Deng, X. and Kwak, S. (2009) Analysis of antioxidant ezyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. Journal ofPlant Physiology and Biochemistry 47: 570-577
- Wang.C.Y. (1994). Chiling injury in horticultural commodities.HortScience
- [www.FAD.gov](http://www.FAD.gov)
- Wanger. G.J. (1979). Content and vacuole/ extera vacuole distribution of neutral suger, free amino acids and anthocyanins in protoplast. Plant Physiology 64. pp

- Wani, S, Hameed, OB, Mir, M, Hussain, P, Majeed, D. (2018). Effect of gamma irradiation and modified atmosphere packaging on the quality and storage stability of sweet cherry (cv. Misri and Double) under ambient and refrigerated storage conditions. *J. Postharvest Technol.*, 6 (3),pp 44-59
- Wolucka B. A., Goossens A., Inzé D., (2005), Methyl jasmonate stimulates the de novo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions, *Journal of Experimental Botany*, 56.pp 2527-2538.
- Yaman O., and Bayoindirli L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf life and quality of cherries. *Lebensmittel- Wissenschaft and Technologie*. 35. pp146-150.
- Yahia, E.M., Contreras-Padilla, M. and Gonzalez-Aguilar, G. (2001). Ascorbic acid content in relation to ascorbic acid oxidase activity and polyamine content in tomato and bell pepper fruits during development, maturation and senescence. *LWT-Food Science and Technology*, 34(7), pp 452-457
- Xiuhua.Z, Xudong.Z, Yongkang.Q, Yan.Z, (2018), Polyethylene plastic production process, *Insight - Material Science*, 1,1. pp 1.
- Zarghami Moghadam M. Barberry ecophysiology.*Environ Iran* (2011). 24. pp 50-51.
- Zheng Y., Wang S.Y., Wang C.Y., and Zheng W. (2007). Changes in strawberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. *LWT. Society of Food Science and Technology*. 40. pp 49-57
- Zandi k., Naseri N., Weisany W., Esmaili M., and Bazargan I. (2012). Effects of nano-composites packaging and calcium chloride containers on quality characteristics and storage life of Siah Mashhad cherry cultivar. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*. 10. pp346-353
- Zargari, A., (1991). *Herbs*, Fourth Edition, Publications of University of Tehran,pp 942

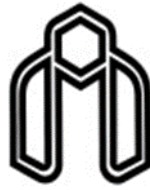
## Abstract

Barberry is one of the most important economic products of South Khorasan province. Fresh barberry is only available in the market for a short period of time, so this study was conducted to investigate the effect of temperature and packaging on the shelf life of fresh barberry. Freshly harvested barberries in a factorial experiment in a completely randomized design with three factors including type of packaging (porous polyethylene containers (Poly-M), non-porous polyethylene containers (Poly-P), zipped polyethylene films (Pack-Z), different storage temperatures (2, 4, -10 and -18 degrees Celsius) and sampling time (at intervals of 60, 90 and 120 days) were packaged and evaluated, with 100 grams of barberry in each package. During the storage period, physical and chemical traits including weight loss percentage, decay percentage, titratable acid (TA), soluble solids (TSS), fruit extract, electrolyte leakage, anthocyanin content, vitamin C were added. Total phenol, antioxidant activity, dye components, activity of antioxidant enzymes including catalase, ascorbate peroxidase, polyphenol oxidase were measured. Poly-P and Pack-Z were observed and due to the decay in them, these packages were removed from the experiment. Pack-Z was observed at -10 and -18 ° C during storage period of 120 days at the rate of 10.52 and 10.41%. There was no significant difference in pH and the lowest titratable acidity was related to Poly-P packaging at -10 ° C by 3.1% and there was no significant difference between other treatments. Due to the increase in the amount of soluble solids during storage, the amount of soluble solids at freezing temperatures related to Poly-M at -10 ° C by 24.9 ° C and at high temperatures of zero related to Poly-M at The temperature is 2 ° C and for the lowest value, no significant effect was observed at freezing temperatures. At the end of the experiment, no significant difference was observed in the freezing temperature and at high temperatures of zero, the highest amount in 90 days of storage is related to Poly-M at 2 ° C. The lowest amount of electrolyte leakage related to Pack-Z packaging at -10 ° C for 60 days was 3.7 and with increasing storage time, the amount of ion leakage increased significantly and at the end The

test period has the highest electrolyte leakage related to Poly-M at  $-10^{\circ}\text{C}$  at 33.47%. The highest amount of anthocyanin at the end of 120 days of experiment was related to Poly-P at  $-18^{\circ}\text{C}$  at  $13.83\text{ }\mu\text{mol / g}$ . The highest amount of vitamin C at the end of the test period at temperatures above zero (90 days) there was no significant difference and at freezing temperatures (120 days) the highest amount of pack-Z packaging at  $-18^{\circ}\text{C}$  at 64.85 Mg per 100 g of body weight. The highest amount of phenol and antioxidant activity in the last test period (120 days) was Poly-M and Pack-Z packaging at  $-10^{\circ}\text{C}$ . Regarding the activity of antioxidant enzymes in the last test period, the lowest activity of PPO enzyme is related to Poly-P at  $-10^{\circ}\text{C}$  and at high temperatures of  $0^{\circ}\text{C}$  at  $4^{\circ}\text{C}$ , the activity of enzyme is lower than at  $2^{\circ}\text{C}$ . In APX enzyme, the lowest activity is related to Pack-Z at  $-18^{\circ}\text{C}$ . In colored components, chroma increases and brightness (L) decreases during storage. Hugh increases up to 90 days of storage and then decreases.

In general, Pack-Z packaging at  $-18^{\circ}\text{C}$  and Pack-P packaging at  $-18^{\circ}\text{C}$  performed better during storage. At temperatures above freezing, Poly-M packaging at  $2^{\circ}\text{C}$  performed better during the storage period of fresh barberry.

**Keywords:** Packaging, quality preservation, storage temperature, fresh barberry, postharvest life, antioxidant activity, physicochemical properties



Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Horticultural Engineering

**Evaluation of suitable temperature and packaging  
containers on storage life and qualitative and  
quantitative traits of fresh barberry fruit (*Berberis vulgaris*)**

By Faeze keivani

Supervisor:

Dr. Hojatollah Bodaghi

Dr. Bahram Abedy

Advisor:

Dr. Mehdi Rezaei

February 2022