Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.4, Winter 2020, P. 757-768
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۷۶۷-۷۵۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

# بررسی اثر برخی مالچ‌های آلی بر افزایش مقاومت به سرما درگیاه تاج الملوک (Aquilegia sp.)

یحیی سلاح ورزی[1*]- مریم کمالی[2]- جعفر نباتی[3]- حمید احمدپور میر[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۴

## چکیده

برای بررسی اثر تنش یخ زدگی و ارزیابی تحمل به آن با استفاده از انواع مالچ‌های آلی در گیاه تاج الملوک تحت شرایط کنترل شده، این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۴ نوع مالچ در ترکیب با خاک ( شاهد (بدون استفاده از مالچ)، ۵۰ درصد خاک+۵۰ درصد کود دامی، ۵۰ درصد خاک+ ۵۰ درصد سوزنی برگ، ۵۰ درصد خاک + ۵۰ درصد سبوس برنج) و ۵ سطح دمای یخ زدگی (۰، ۵-، ۱۰-، ۱۵-، ۲۰- درجه سانتیگراد) بود. جهت ارزیابی تحمل به دماهای یخ زدگی درصد نشت الکترولیت‌ها، تعداد برگ، سطح سبز برگ، وزن خشک بوته و محتوای پرولین برگی اندازه گیری شد. نتایج نشان داد با کاهش دما از ۰ به ۲۰- درجه سانتیگراد قطر ساقه، سطح برگ و تعداد برگ در تیمار مالچ سبوس به ترتیب ۴۲/۶، ۷۳/۴، ۲۱/۲ درصد، در مالچ سوزنی برگ ۳۵/۲، ۶۴/۹، ۴۷/۶ درصد ، در مالچ کودی ۱/ ۲۰، ۴۶/۴، ۷/۸ درصد و در شاهد مالچ ۳۲/۸، ۷۹، ۳۰/۷ درصد کاهش یافت در دمای ۵- درجه سانتیگراد مقدار پرولین در برگ ۲۶ درصد و در دمای ۲۰- ۵۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت. همچنین کمترین مقدار پرولین (۰/۷۳ میکرومول بر گرم وزن تر) در گیاهان تحت تیمار با مالچ سبوس بود. به طور کلی، تنش یخبندان باعث کاهش صفات مورفولوژیک اندازه گیری شده در تاج الملوک شد ولی استفاده از مالچ‌های آلی منجر به بهبود این صفات گردید به طوریکه بهترین نتایج در مالچ کود دامی بدست آمد.

**واژه های کلیدی:** پرولین، تاج الملوک، کربوهیدرات، کلروفیل کل، نشت الکترولیت، وزن خشک

## مقدمه

هر ساله با شروع فصل سرما و افت ناگهانی و شدید دما، احتمال خسارات سرمازدگی و یخبندان در گیاهان فضای سبز از مشکلات و چالش‌های پیش روی کارشناسان فضای سبز شهری می‌باشد که در صورت عدم مدیریت به موقع می‌تواند در مدت کوتاهی خسارات جبران ناپذیری را به فضای سبز وارد کند. در واقع سرمازدگی و یخبندان دو مقوله جدا از یکدیگر می‌باشد اما هر دو آن‌ها جزء تنش‌های محیطی محسوب می‌شوند (۴). تنش در گیاهان برابر است با تحریکاتی که منجر به بر هم خوردن تعادل زیستی گیاه می شود. تنش در شرایطی بوجود می‌آید که یک عامل محیطی خارج از حد نرمال بر گیاه تاثیر می‌گذارد. گیاهان مختلف در مقابل تنش سرما و یا یخبندان از درجات مقاومت متفاوتی برخوردار هستند. در فرآیند یخ زدگی تشکیل یخ و خسارت‌های ناشی از آن اثر جدی بر رشد گیاه دارند. به طوری که تشکیل بلورهای یخ در اطراف سلول‌های گیاه سبب تخریب غشاء، نشت الکترولیت‌ها و ایجاد لکه‌های نکروزه در گیاه می‌شود (۳). با این وجود هنگامی که گیاهان در پاییز با کاهش طول روز و دماهای کم تر از ۲۴ درجه سانتیگراد مواجه می شوند به سرما خو می‌گیرند. در این شرایط خوسرمایی سبب بهبود نسبی تحمل آن‌ها به شرایط زمستان خواهد شد و گیاهان قادر خواهند بود که بقای زمستانه ی نسبتاً خوبی داشته باشند (۲۱). علی رغم این وضعیت، وقوع سرماهای شدید در برخی سال ها سبب بروز خسارات جبران ناپذیری به گیاهان شده و حتی در مواردی منجر به مرگ کامل گیاهان می‌شود (۴۱). به همین دلیل شناسایی گیاهان متحمل به سرما و کاشت آن‌ها در مناطق تحت خطر تنش یخ زدگی از جمله راهکارهای مناسب جهت کاهش خسارت سرما می‌باشد (۲۸). از نظر مقاومت به دماهای پایین در میان گونه‌های چمن به عنوان یک گیاه پوششی اختلاف وجود دارد، به طوریکه حداقل دمای قابل تحمل درگیاه پوششی چمن فلوراتام ۵- درجه سلسیوس می‌باشد (۱۸). این

۱، ۲ و ۴- به ترتیب استادیار، دانش آموخته دکتری و دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email:selahvarzi@um.ac.ir
DOI: 10.22067/jhorts4.v33i4.81552

www.SID.ir

Archive of SID



دما در چمن برمودا گراس ۱۷ – درجه سلسیوس و در چمن پوششی زویسیا ۸– تا ۱۴ – درجه سلسیوس می‌باشد (۱۴). ازاین رو تعیین آستانهٔ تحمل به سرما و همچنین تعیین گونه‌ای از گیاهان که دارای مقاومت به دماهای پایین باشد، حائز اهمیت است.

از طرفی استفاده از برخی مواد آلی مانند مالچ‌های آلی باعث افزایش دمای مثبت دمای خاک شده (۶) و بنابراین گیاه را در برابر تنش‌های سرمازدگی کمک می‌کند (۱۷).

واژه خاکپوش (مالچ) از کلمه آلمانی (molsh) به معنی نرم، گرفته شده و عموما دارای ضخامت ۱ تا ۴ اینچ (۲/۵۴ –۱۰/۱۶ سانتیمتر) می‌باشند (۸). خاکپوش‌ها انواع متفاوتی دارند و ممکن است از ترکیبات شیمیایی، مواد معدنی طبیعی، ترکیبات آلی و برخی گیاهان زنده تهیه شوند. از انواع خاکپوش‌ها فرآورده‌های چوب از قبیل پوست خرد شده کاج (۱۵، ۲۶)، تکه‌های پوست در ختان جنگلی (۲۶) پوست خرد شده درختان سرو (۸)، پالت‌های چوب بازیافت شده و خرده‌های چوب سایر گیاهان (۲۶)، از جمله خرده‌های چوب درخت کاکائو توسط استیوارد و همکاران (۳۹) گزارش شده است. یکی دیگر از فرآورده‌های چوب، خاک اره می‌باشد که دارای بافت ظریفی بوده و برای تجزیه شدن احتیاج به نیتروژن خاک دارد (۳۹). کاه کاج (Straw pine) و کاه جو نیز در زیر مجموعه خاکپوش‌های آلی کاه می‌باشند (۳۹). محصولات کشاورزی شامل چوب ذرت، کمپوست قارچ، پوست محصولات متنوع خشکباری نیز به عنوان خاکپوش آلی استفاده می‌گردد (۸). برگ‌های سوزنی کاج (۲۶) نیز با دارا بودن ظاهری زیبا در بهبود ظاهری منظر موثرند و باعث ایجاد نفوذپذیری خاک و کاهش pH خاک می‌شود (۸). سرزنی چمن بعد از عملیات چمن زنی نیز یکی دیگر از انواع ارزشمند خاک پوش‌های آلی غیر زنده است (۳۹). یکی از انواع مالچ‌های آلی کودهای دامی هستند. کودهای دامی علاوه بر اثرات مثبت بیولوژیک و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به علت اینکه عناصر غذایی آنها به آهستگی آزاد می شود و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، در محیط زیست آلودگی کمتری ایجاد می کنند (۳۵).

استفاده از خاکپوش‌های غیر زنده به دلیل افزایش مثبت دمای خاک (۷، ۲۰)، سرکوب علف‌های هرز (۳۲، ۳۷) و حفظ رطوبت (۴۲) به طور گسترده‌ای در کشاورزی رواج دارد. همچنین این خاکپوش‌ها در ارتفاع، رشد و گلدهی (۳۲)، زودرسی (۳۷) و عملکرد کل محصول (۳۷) موثر می‌باشند. استفاده از مالچ‌های بقایای گیاهی و گیاهان به عنوان خاکپوش در اراضی کشاورزی و فضای سبز بیشتر معمول می‌باشد. خاکپوش‌ها در فصول گرم سبب کاهش دمای خاک می‌گردند. کاربرد خاکپوش می‌تواند گیاه را در برابر تنش‌های سرمازدگی نیز کمک کند (۱۷). تجزیه خاکپوش‌های آلی در شرایط دما و رطوبت مناسب ، عناصر غذایی را به تدریج آزاد می‌سازد و در اختیار ریشه گیاه و میکروارگانیزم‌های خاک قرار می‌دهد. خاکپوش‌های آلی می‌توانند اثر سمیت نمک بر رشد گیاهان را کاهش و به صورت فعالی نمک زدایی خاک را افزایش دهند. مهم‌ترین مزیت مالچ‌ها افزایش دمای خاک در ناحیه کشت بذر است که منجر به تسریع رشد و رسیدن محصول می‌شود (۳۶). استفاده از کاه و کلش به عنوان مالچ منجر به تسریع جوانه زنی در گیاه خیار شد (۳۶). استفاده از مالچ نی منجر به افزایش دما در شب می‌شود، بنابراین گیاهان را از استرس درجه سانتیگراد حرارت محافظت می‌کند که تاثیر مثبتی بر رشد و توسعه گندم دارد (۳). گیاه چمن به عنوان یک مالچ آلی تاثیر مثبت بر فعالیت آنزیم های خاک و زیست توده در خاک دارد (۲۵). خاکپوش‌ها از دیدگاه زیبا شناختی، اقتصادی و زیست محیطی نیز برای فضای سبز شهری سودمند هستند. بنابراین، لازم است استفاده از خاکپوش‌ها، به ویژه بقایای گیاهی و مواد آلی بازیافتی و دانش و تکنیک‌های مربوط به آن در فضای سبز شهری مورد توجه بیشتری قرار گیرد (۱۷).

تاج الملوک از گیاهان چندساله از تیره آلاله سانان[1] و جنس *Aquilegia*است که به صورت گسترده در فضای سبز کشت می‌شود. در این جنس در حدود ۶۰–۷۰ گونه وجود دارد که اغلب در علف زارها، بیشه زارها و در ارتفاعات بالا در سراسر نیمکره شمالی می‌رویند. اندازه بوته آن در حدود سی تا صد سانتی متر بوده و درزمین با خاک معمولی و مرطوب و آفتابگیر رشد می‌کند. در برابر سرما مقاوم است. به لحاظ کوتاه بودن گیاه، در حاشیه بوستان‌ها به عنوان گیاه پوششی کاشته می‌شود. زمان گلدهی آن از اوایل تا اواسط بهار هر سال می باشد و معمولا گل های زیبای آن دارای ۵ گلبرگ و گاهاً بیشتر است. رنگ شکوفه آن از آبی و سفید به زرد ، قرمز و یا صورتی میباشد و از سال دوم انتظار گل دهی می‌رود. گل تاج الملوک در ترکیب با میزبان های پهن برگ بسیار زیبا می‌باشد. با توجه به خواص دارویی آن در بیماری هایی نظیر سرفه، روماتیسم، نقرس و سیاتیک شناخته شده است (۱۹). با توجه به تاثیر مالچ‌های آلی بر کنترل دمای زمستانه، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر دماهای یخبندان و تاثیر استفاده از مالچ‌های آلی بر مقاومت به یخبندان گیاه تاج الملوک به عنوان یک گیاه پر کاربرد در فضای سبز شهری اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه‌های علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بر روی گیاه تاج الملوک (*Aquilegia* sp.) در چهار تکرار اجرا شد. به این منظور از گلدان هایی با قطر دهانه ۱۱ سانتیمتر محتوی خاک و ماسه به نسبت ۱:۱ استفاده شد. تیمار های آزمایشی

1 - Ranunculaceae

www.SID.ir

Archive of SID



شامل ۴ نوع مالچ ( شاهد (بدون استفاده از مالچ)، ۵۰ درصد خاک+۵۰ درصد کود دامی، ۵۰ درصد خاک+ ۵۰ درصد سوزنی برگ، ۵۰ درصد خاک+ ۵۰ درصد سبوس برنج) و ۵ سطح دما (۰، ۵-، ۱۰-، ۱۵-، ۲۰- درجه سانتیگراد) بود. مالچ تا ارتفاع ۴ سانتیمتری بالای بوته روی گیاه سرزنی شده تاج الملوک و با ۳-۵ جوانه رویشی قرار گرفت. مالچ سوزنی برگ استفاده شده از درخت کاج بود. برگ‌های خشک شده درختان کاج جمع آوری و پس از خرد شدن با خاک به نسبت گفته شده ادغام شد. گیاهان تاج الملوک پس از تیمار با مالچ‌های فوق تحت تیمارهای دمایی ذکر شده قرار گرفتند. به منظور اعمال تیمارهای سرمایی گلدان‌ها، ۲۴ ساعت قبل از تیمار، آبیاری و سپس به فریزر ترموگرادیان منتقل شدند. دمای فریزر در شروع آزمایش ۲ درجه سانتیگراد بود و پس از قرار دادن نمونه‌ها با سرعت یک درجهٔ سانتی گراد در ساعت کاهش یافت. برای اعمال تیمار انجماد گیاهان تحت ۵ تیمار دمایی ذکر شده قرار گرفتند. به منظور ایجاد تعادل در دمای محیط آزمایش، گیاهان در هر تیمار دمایی، به مدت سه ساعت نگه داشته شده و سپس از فریزر خارج و جهت کاهش سرعت ذوب آن ها، بلافاصله به اتاقک با دمای ۴ درجه سانتیگراد منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در آن جا نگهداری و سپس به گلخانه منتقل شده و با توجه به ماهیت بروز علائمی هم چون نشت یونی، بلافاصله بعد از هر تیمار دمایی، نشت الکترولیت ارزیابی شد. برای بررسی نشت یونی، قطعات یکسان برگی به ابعاد یک سانتی‌متر مربع (دو طرف رگبرگ اصلی) تهیه و در درون لوله آزمایش درپوش دار محتوی ۱۰ میلی لیتر آب مقطر قرار داده و پس از ۲۴ ساعت شیکر در دمای آزمایشگاه، میزان نشت یونی مرحله اول ($EC_1$) اندازه گیری شد. در ادامه جهت اندازه گیری نشت مرحله دوم ($EC_2$) لوله‌های آزمایش محتوی آب مقطر و قطعات برگی (به کار گرفته شده برای نشت مرحله اول)، اتوکلاو گردید (در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه). بعدازخروج (از اتوکلاو)، مجدداً لوله های آزمایش محتوی آب مقطر و قطعات برگی به مدت ۱۲ ساعت شیکر و سپس هدایت الکتریکی مرحله دوم ثبت و بر مبنای فرمول زیر نشت یونی محاسبه شد (۴۰).

$$EL = (EC1/EC2) \times 100$$

۲۱ روز پس از اعمال تنش سرما، میانگین قطر ساقه‌ها با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتال مدل Mitutoyo 500-754-10 اندازه گیری شد. صفات دیگری نظیر تعداد برگ و سطح برگ با دستگاه سطح برگ سنج (Model Li-Cor– 1300,USA) اندازه گیری و ثبت شد.

وزن خشک نمونه‌ها نیز پس از ۴۸ ساعت قرار گرفتن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد اندازه گیری شد (۲۷). درصد مقدار آب نسبی برگ (RWC) با استفاده از قطعات یک سانتیمتری برگ گیاهان و اندازه گیری وزن تر آن‌ها، قرار دادن در آب به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۴ درجه سانتیگراد و تعیین وزن اشباع و سپس وزن خشک (آون ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۳۸):

RWC (٪)= [(وزن تر در شرایط اشباع) – (وزن خشک) / (وزن خشک) – (وزن تر)] × ۱۰۰

شاخص کلروفیل با دستگاه Spad ( SPAD 502, Minolta, Japan) اندازه گیری شد. تعیین میزان کلروفیل a، b، کل و کارتنوئید با نمونه گیری تصادفی از برگ‌های بالغ مطابق روش دره و همکارن (۱۲) بود. بدین منظور ابتدا با استفاده از متانول، عصاره گیری انجام و نهایتا میزان جذب نور در طول موج‌های ۶۵۳ و ۶۶۶ قرایت شد.

معادله (۱) $CHL_a = 15.65A_{666} - 7.340A_{653}$

معادله (۲) $CHL_b = 27.05\ A_{653} - 11.21\ A_{666}$

معادله (۳) $CHL_t = CHL_a + CHL_b$

به منظور استخراج پرولین برگی، عصاره طبق روش بیتز و همکاران (۵) استخراج و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Spectronic 20 D ساخت شرکت Milton Roy, USA) در طول موج ۵۲۰ نانومتر میزان جذب نور قرائت شد. جهت استخراج کربوهیدرات کل برگ موجود در گیاه تاج الملوک ۰/۵ گرم نمونه از برگ گیاه توزین شد و سپس در هاون چینی له شده و به مقدار ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد به ان اضافه شد. قسمت بالای محلول (روشناور) جدا گردید و با ۵ میلی لیتر اتانول ۷۰ درصد مجدداً استخراج عصاره بر روی رسوبات باقیمانده ادامه یافت. عصاره استخراج شده به مدت ۱۵ دقیقه در ۴۵۰۰ دور در دقیقه سانتریوفوژ شد. به ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شده، ۳ میلی لیتر معرف آنترون (۱۵۰ میلی گرم آنترون خالص + ۱۰۰ میلی لیتر سولفوریک اسید ۷۲ درصد) اضافه گردید. سپس به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده و پس از خنک شدن نمونه‌ها، جذب آن‌ها در طول موج ۶۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و با استفاده از محلول استاندارد منحنی آن رسم گردید (۱۳). تجزیه آماری آماری داده‌های این تحقیق با استفاده از نرم افزار MSTAT-C صورت گرفت و برای رسم نمودارها از برنامه EXCEL استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس جدول ۱، اثرات ساده و متقابل دو تیمار تنش یخبندان و مالچ بر صفات سطح کل برگ و تعداد برگ معنی دار شد. تیمار مالچ بر قطر ساقه گیاه تاج الملوک اثر معنی دار نداشت و اثرات ساده مالچ و دمای یخبندان بر وزن تر هوایی دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد بود.

www.SID.ir

Archive of SID



همچنین میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات فیزیوشیمیایی اندازه گیری شده در گیاه تاج الملوک نشان داد تیمار دمایی بر تمام صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی اندازه گیری شده موثر بود ($p<۰/۰۱$). اثرات ساده و متقابل تیمارهای مورد بررسی (تیمار دما و مالچ) بر دو صفت نشت الکترولیت و محتوای نسبی آب گیاه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. اثر متقابل دما و مالچ بر محتوای پرولین و کربوهیدارت کل موجود در برگ تاج الملوک اثر معنی دار نداشت، بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئید برگ گیاه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود و در عدد شاخص کلروفیل اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۲).

**جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورفولوژیک اندازه گیری شده در گیاه تاج الملوک تحت تاثیر مالچ‌های آلی در دماهای یخ-زدگی**

**Table 1- ANOVA (mean squares) for morphological traits measured in *Aquilegia* sp. affected by freezing tempratures using organic mulches**

| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | قطر ساقه Stem diameter | وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight | سطح کل برگ Total leaf area | تعداد برگ Leaf number |
|---|---|---|---|---|---|
| Mulch | 3 | 2.29ns | 5.73** | 2979953.83** | 5.84* |
| Temperature | 4 | 12.39** | 10.77** | 16875456.45** | 23.26** |
| Mulch× Temp. | 12 | 6.803** | 0.396ns | 2505955.01** | 5.46* |
| Error | 60 | 1.13 | 0.303 | 190446.85 | 2.30 |
| CV (%) | | 12.37 | 17.68 | 13.79 | 20.83 |

ns غیر معنی‌دار، *و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *and ** are no significant, significant at the 5 and 1% of probability level, Respectively.

## صفات مورفولوژیک

### وزن تر اندام‌های هوایی، قطر ساقه، سطح برگ،

**تعداد برگ:** تنش یخبندان منجر به کاهش صفات مورفولوژیک اندازه گیری شده ۲۱ روز پس از اعمال تنش شد. به طوریکه در دمای ۰ درجه سانتیگراد میزان وزن تر هوایی، قطر ساقه، سطح کل برگ و تعداد برگ به ترتیب ۴/۱ گرم، ۹/۶ سانتیمتر، ۴۰۷۹ سانتیمتر مربع و ۷/۹ بود و پس از اعمال دمای ۲۰- درجه سانتیگراد این میزان به ۲، ۷/۴، ۱۵۵۳ و ۵/۲ کاهش یافت. همچنین نتایج حاصل از اثرات متقابل مالچ و تیمار دمایی نشان داد با کاهش دما از ۰ به ۲۰- درجه سانتیگراد قطر ساقه، سطح برگ و تعداد برگ در تیمار مالچ سبوس به ترتیب ۴۲/۶، ۷۳/۴، ۲۱/۲ ٪، در مالچ سوزنی برگ ۳۵/۲، ۶۴/۹، ۴۷/۶ ٪ ، در مالچ کودی ۲۰/۱، ۴۶/۴، ۷/۸ ٪ و در شاهد مالچ ۳۲/۸، ۷۹، ۳۰/۷ ٪ کاهش یافت (جدول ۴). منطبق با نتایج فوق مطالعات بر گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia*) نشان داد که وزن خشک برگ‌ها در دمای ۱۸ – و ۲۰ – درجه سانتیگراد به ترتیب به میزان ۶۶ و ۹۴ درصد در مقایسه با دمای صفر درجه سانتیگراد کاهش یافت (۱۱). در مطالعه اثر دماهای یخ زدگی بر وزن خشک گیاهان رازیانه نیز مشاهده شد که با کم شدن دما، وزن خشک گیاه کاهش یافت، به طوری که در دمای ۱۲- درجه سانتیگراد وزن گیاهان معادل ۱۴ درصد وزن خشک گیاهان شاهد بود (۳۳). عزیزی و همکاران (۲) کاهش وزن خشک گیاهان در دوره بازیافت را بدلیل اثر خسارت ناشی از یخ زدگی و کاهش توانایی رشد مجدد اندام‌های هوایی دانسته اند. وزن خشک قرنفل به طور معنی‌داری تحت تأثیر دماهای یخ زدگی قرار گرفت و به طور کلی با تنزل دما کاهش یافت، به طوری که در دمای ۲۲ – درجه سانتی‌گراد به صفر رسید (۲۴). در مطالعه اثر دما بر وزن خشک گیاه رازیانه نیز مشاهده شد که با کم شدن دما، وزن خشک گیاه کاهش یافت، به طوری که در دمای ۱۲ – درجه سانتی‌گراد وزن گیاهان معادل ۱۴ درصد وزن خشک گیاهان شاهد بود (۳۴). اثر دماهای یخ زدگی بر تعداد گره در ساقه و تعداد برگ در گیاه قرنفل مورد بررسی قرار گرفت. طور کلی تا دمای ۱۶ – درجه سانتی گراد، صفات ذکر شده تحت تأثیر دماهای یخ زدگی قرار نداشتند ولی با افزایش شدت سرما تعداد گره در ساقه و برگ در بوته کاهش یافت (۲۴). در مجموع به نظر می‌رسد هنگام مواجهه گیاه با تنش سرما، به دلیل آسیب بیشتر بافت ها در دمای پایین، میزان وزن خشک گیاه کاهش می‌یابد (۲۴). از طرفی طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر افزودن انواع مالچ‌های آلی منجر به بهبود صفات مورفولوژیک گیاه شد. گزارش شده است یک لایه سه تا شش سانتیمتری از مالچ‌های آلی مثل کاه، کلش سوزنی برگان و برگ‌های خرد شده می‌تواند گیاه را از خطر سرمازدگی حفظ کند (۲۳). همچنین گزارش شده است استفاده از خاکپوش‌های غیر زنده به دلیل افزایش مثبت دمای خاک (۱۹، ۶) به طور گسترده‌ای در کشاورزی رواج دارد و این خاکپوش‌ها در ارتفاع، رشد و گلدهی (۳۲)، زودرسی و عملکرد کل محصول (۳۷) موثر می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات فیزیوشیمیایی اندازه گیری شده در گیاه تاج الملوک تحت تاثیر مالچ‌های آلی در دماهای یخ‌زدگی

Table 2 ANOVA (mean squares) for physiochemical traits measured in *Aquilegia* sp. affected by freezing tempratures using organic mulches.

| S.O.V | منابع تغییر | درجه آزادی df | نشت الکترولیت Electrolyte leakage | محتوای نسبی آب برگ Leaf relative water content | شاخص کلروفیل Chlorophyll index | کلروفیل a Chlorophyll a | کلروفیل b Chlorophyll b | کارتنوئید Carotenoid | کلروفیل کل Total Chlorophyll | کربوهیدرات کل Total carbohydrate | پرولین Proline |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mulch | مالچ | 3 | 444.03** | 318.66** | 32.23ns | 0.028ns | 0.028ns | 0.013* | 0.20ns | 0.218** | 0.30** |
| Temperature | دما | 4 | 1570.52** | 1265.45** | 88.54** | 0.077** | 0.08** | 0.034** | 0.55** | 0.228** | 0.31** |
| Mulch× Temp | مالچ×دما | 12 | 266.13** | 169.35** | 32.45** | 0.028* | 0.29* | 0.013* | 0.20* | 0.001ns | 0.001ns |
| Error | خطا | 60 | 33.44 | 32.80 | 14.28 | 0.012 | 0.013 | 0.006 | 0.09 | 0.002 | 0.004 |
| CV (%) | ضریب تغییرات | | 10.02 | 15.03 | 9.30 | 9.31 | 9.32 | 9.29 | 9.31 | 6.46% | 6.54 |

ns غیر معنی‌دار، *و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *and ** are no significant, significant at the 5 and 1% probability level respectively.

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۳- اثرات ساده مالچ و تنش سرما بر صفات مورفولوژیک و فیزیوشیمیایی گیاه تاج الملوک

Table 3- Effects of mulch and cold stress on morphological and physiochemical traits of *Aquilegia* sp..

| تیمارها Treatments | | وزن تر اندام های هوایی Shoot fresh weight (g plant$^{-1}$) | نشت الکترولیت Electrolyte leakage (%) | محتوای نسبی آب برگ Relative water content (%) | کلروفیل a Chlorophyll a (mg/gfw) | کلروفیل b Chlorophyll b (mg/gfw) | کارتنوئید Carotenoid (mg/gfw) | کلروفیل کل Total chlorophyll (mg/gfw) | کربوهیدرات Carbohydrate (µmol/gfw) | پرولین Proline (µmol/gfw) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مالچ | سبوس Bran | 2.391c | 68.68a | 33.07c | a | a | 0.78b | a | 0.77c | 0.734c |
| Mulch | سوزنی برگ Needle leaf | 3.02b | 61.73bc | 40.25ab | a | a | 0.82ab | a | 0.62d | 0.966ab |
| | دامی Manure | 3.55a | 57.36c | 42.16a | a | a | 0.78b | a | 0.86a | 1.016a |
| | شاهد Control | 3.48ab | 63.96ab | 36.92bc | a | a | 0.83a | a | 0.82b | 0.916b |
| LSD | | 0.463 | 4.86 | 4.81 | | | 0.04 | | 0.02 | 0.053 |
| دما Temperature (°C) | -20 | 2.02d | 79.60a | 23.83c | 1.11c | 1.13c | 0.75c | 2.99e | 0.87a | 1.028a |
| | -15 | 2.68c | 60.76b | 38.33b | 1.13bc | 1.16bc | 0.77bc | 3.07d | 0.86a | 1.013a |
| | -10 | 3.13bc | 60.67b | 39.72b | 1.23a | 1.26a | 0.83a | 3.33b | 0.80b | 0.951b |
| | -5 | 3.52b | 52.93c | 48.38a | 1.20ab | 1.23ab | 0.81ab | 3.25c | 0.73c | 0.863c |
| | 0 | 4.19a | 60.72b | 40.24b | 1.28a | 1.30a | 0.86a | 3.44a | 0.58d | 0.684d |
| LSD | | 0.51 | 5.43 | 5.38 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.59 |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر صفت، در سطح ۱ درصد با استفاده از آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

Means with the same letters are not significantly different at 1% of probability using LSD test.

www.SID.ir

Archive of SID



**صفات فیزیوشیمیایی**

**نشت الکترولیت، محتوای آب نسبی:** با کاربرد مالچ‌های سوزنی و دامی نشت الکترولیت از ۶۳/۹ درصد در شرایط شاهد به ۶۱ و ۵۷ درصد رسید. به عبارتی وکمترین نشت الکترولیت در کاربرد مالچ کود دامی مشاهده شد. از طرفی با پایین آمدن دما از ۰ به ۲۰- درجه سانتیگراد درصد نشت الکترولیت برگ‌های تاج الملوک زیاد شد به طوریکه در شدیدترین تنش اعمال شده (۲۰- درجه سانتیگراد) میزان این صفت ۷۹ درصد بود (جدول ۳). بررسی اثر متقابل مالچ و دما نشان داد بیشترین نشت الکترولیت در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد و با کاربرد مالچ سبوس (۹۳ درصد) و پس از آن در همین دما و در شرایط عدم کاربرد مالچ بود (جدول ۴). شاخص‌های متعددی برای ارزیابی سریع و مؤثر گیاهان در مواجهه با تنش یخ زدگی بررسی شده است، ازجمله این شاخص‌ها، نشت الکترولیت‌ها بوده که بر اساس خسارت‌های ناشی از یخ زدگی بر غشاء سلول اندازه‌گیری می‌شود (۹). غشا سلولی اولین مکان خسارت در اثر سرما است و این امر منجر به تغییر وضعیت غشا از حالت کریستال مایع به حالت جامد-ژل می‌شود و به دنبال آن فعالیت غشا مختل می گردد. بنابراین اختلال در فعالیت غشاهای سلولی در اثر تنش سرما، سبب نشت الکترولیت‌ها از سلول شده و اندازه گیری میزان نشت از بافت‌های تحت تنش می‌تواند معیار قابل قبولی برای سنجش مقاومت به تنش سرما باشد (۱۰). رابطه مستقیمی بین میزان نشت الکترولیت‌های سلول و تحمل گیاهان به تنش یخ زدگی مشاهده شده است. یوگنیا و همکاران (۱۶) نیز با ارزیابی میزان مقاومت گیاه *Trifolium hirtum* به تنش یخ زدگی نشان دادند که با کاهش دما از ۶- به ۱۴ - درجه سانتی گراد، میزان نشت الکترولیت‌ها افزایش یافت. نظامی و همکاران (۳۱) در بررسی اثر تنش یخ زدگی بر نشت الکترولیت‌های ده رقم کلزا گزارش کردند که با کاهش دما به کمتر از ۴- درجه سانتیگراد درصد نشت الکترولیت‌ها به طور معنی داری افزایش می‌یابد.

محتوای نسبی آب برگ در دمای ۰ درجه سانتیگراد ۴۰/۲۴ درصد اندازه گیری شد و در دمای ۱۵- و ۲۰- به ترتیب به ۳۸ و ۲۳ درصد رسید. در شرایط عدم استفاده از مالچ، محتوای آب نسبی ۳۶ درصد بود و با کاربرد مالچ‌های دامی و سوزنی به ترتیب به ۴۲ و ۴۰ درصد رسید. در شرایط استفاده از مالچ کود دامی درصد محتوای آب نسبی برگ در دمای ۰ درجه سانتیگراد ۵۳ درصد بود و در دمای ۵- درجه سانتیگراد به ۵۰ درصد و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد به ۱۸درصد رسید. با توجه به تجمع قندها و سایر مواد به منظور افزایش فشار اسمزی این کاهش قابل توجیه می باشد. به طورکلی کاهش مقدار آب در گیاه احتمال تشکیل یخ و خسارات ناشی از آن را کاهش می‌دهد. یکی از اولین رخدادهای مقاوم سازی گیاه در برابر سرما کاهش نسبت آب بافت به وزن خشک می‌باشد (۲۹).

**شاخص کلروفیل، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئید:** بررسی اثر ساده تنش یخبندان بر رنگریزه‌های فتوسنتزی تاج الملوک نشان داد سرما منجر به کاهش شاخص کلروفیل، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و میزان کارتنوئید شده است. به طوریکه تحت تنش شدید یخبندان ۲۰- درجه سانتیگراد مقدار کلروفیل کل ۱۳درصد نسبت به دمای صفر درجه سانتیگراد کاهش یافت. شاخص کلروفیل در دمای ۰درجه سانتیگراد و در مالچ سبوس ۴۶ بود و در همین تیمار مالچی در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد ۲۴ درصد نسبت به شاهد دما کاهش داشت. همچنین مقدار کلروفیل کل در مالچ دامی و در دمای ۰ درجه سانتیگراد ۳/۳۷ میلی گرم بر گرم وزن تر اندازه گیری شد و در همین تیمار مالچی و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد به ۲/۷۵ میلی گرم بر گرم وزن تر رسید (جدول ۴). در توضیح نتایج فوق می‌توان گفت در زمان تنش سرما انتقال الکترون به گیرندهٔ اصلی آن ($NADP^+$) مختل گردیده، در نتیجه الکترون به اکسیژن منتقل می‌شود. در این زمان بالا بودن کلروفیل باعث افزایش ترکیبات اکسیژندار فعال (ROS) می‌گردد، که این ترکیبات بسیار واکنشگر بوده و برای سلول اثرات سمی دارد و همچنین باعث تخریب کلروپلاست می‌شود. یکی از راهکارهای مقابلهٔ گیاهان افزایش سنتز کلروفیلاز است که به دنبال آن باعث کاهش در میزان کلروفیل می‌گردد (۱). منطبق با نتایج فوق کاهش میزان کلروفیل در دو رقم چمن پوآ و پاسپالوم به عنوان گیاه پوششی تحت تنش سرمای ۵- درجه سلسیوس مشاهده شد (۶).

**محتوای پرولین و کربوهیدرات کل:** با اندازه گیری کربوهیدرات کل موجود در برگ تاج الملوک مشاهده شد تحت تنش یخبندان میزان این صفت افزایش یافته است به طوریکه در دمای ۱۵- و ۲۰- برابر ۰/۸۶ و ۰/۷۷ میلی گرم در هر گرم وزن تر بود. در بین مالچ‌های استفاده شده نیز گیاهان تیمار شده با مالچ کود دامی کربوهیدرات بیشتری داشتند. گیاهان در مقابله با سرما مکانیسم‌های دفاعی مختلفی دارند، که یکی از آن‌ها تجمع بعضی ترکیبات از قبیل قندها و اسیدهای آمینه می‌باشد. افزایش این مواد باعث حفظ فشار اسمزی می‌گردد و همچنین باعث تثبیت ساختار پروتئین می‌گردد و از تخریب غشای سلولی جلوگیری می‌کند (۲۹). به طورکلی افزایش محتوای قند برگ را می‌توان به عنوان یک شاخص فیزیولوژیک مناسب برای مقاومت به سرما در نظر گرفت (۲۲). با توجه به نتایج حاصل از جدول ۳ افزایش دمای یخبندان منجر به افزایش پرولین شد به طوریکه در دمای ۵- درجه سانتیگراد مقدار این صفت در برگ ۲۶ درصد و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد ۵۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت.

www.SID.ir

Archive of SID



جدول۴- اثرات متقابل مالچ × تنش سرما بر صفات مورفولوژیک و فیزیوشیمیایی گیاه تاج الملوک

Table 4- Interaction effects of mulch ×cold stress on morphological and physiochemical traits of *Aquilegia* sp. plant.

| | دما Temp. (°C) | قطر ساقه Stem diameter (cm) | سطح کل برگ Total leaf area ($cm^2$) | تعداد برگ Leaf number | نشت الکترولیت Electrolyte leakage (%) | محتوای نسبی آب برگ Relative water content (%) | شاخص کلروفیل Chlorophyll index | کلروفیل a Chlorophyll a (mg/gfw) | کلروفیل b Chlorophyll b (mg/gfw) | کارتنوئید Carotenoid (mg/gfw) | کلروفیل کل Total Chlorophyll (mg/gfw) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سبوس Bran | -20 | 5.97g | 1227.19g | 6.50d-i | 93.32a | 16.81i | 35.30de | 1.04gh | 1.06ef | 0.70fg | 2.79j |
| | -15 | 7.17e-g | 2466.02f | 5.75f-i | 61.27b-f | 34.50d-h | 40.30a-e | 1.18b-g | 1.21b-e | 0.80b-f | 3.19f-h |
| | -10 | 9.55a-d | 2907.31def | 7.75b-f | 55.43e-h | 32.37gh | 43.02a-c | 1.26a-d | 1.29a-c | 0.85a-d | 3.41cd |
| | -5 | 9.63a-c | 3536.41cde | 8.00b-e | 49.88gh | 43.79a-f | 42.35a-d | 1.24a-d | 1.27a-c | 0.84a-d | 3.36c-e |
| | 0 | 10.41ab | 4619.66ab | 8.25b-e | 48.75gh | 36.68c-h | 46.50a | 1.36a | 1.39a | 0.92a | 3.68a |
| سوزنی برگ Needle leaf | -20 | 6.17fg | 1473.50g | 5.50g-i | 66.94b-d | 33.05f-h | 36.10c-e | 1.06e-h | 1.08d-f | 0.72e-g | 2.86j |
| | -15 | 8.32c-e | 2875.22ef | 7.00c-g | 61.22b-f | 38.73b-g | 38.52b-e | 1.13d-h | 1.15c-f | 0.76d-g | 3.05i |
| | -10 | 8.56b-e | 3611.61cde | 8.00b-e | 66.71b-d | 32.53gh | 41.05a-e | 1.20b-f | 1.23b-d | 0.81a-e | 3.25e-g |
| | -5 | 9.64a-c | 3861.61bc | 8.00b-e | 58.33c-g | 46.93a-c | 40.90a-e | 1.20b-f | 1.23b-d | 0.81b-f | 3.24e-h |
| | 0 | 9.53a-d | 4180.83abc | 10.50a | 66.61b-d | 33.38e-h | 41.27a-e | 1.21a-e | 1.24a-d | 0.82a-e | 3.27ef |
| دامی Manure | -20 | 7.70c-g | 2497.45f | 8.75abc | 68.66bc | 18.01i | 34.67e | 1.02h | 1.04f | 0.69g | 2.75j |
| | -15 | 7.49e-g | 2972.63def | 7.50b-g | 56.09d-h | 36.18c-h | 36.07c-e | 1.06f-h | 1.08d-f | 0.71e-g | 2.86j |
| | -10 | 7.97c-f | 3709.61cd | 7.50b-g | 50.56f-h | 44.56a-d | 45.00ab | 1.32ab | 1.35ab | 0.89a-c | 3.57ab |
| | -5 | 8.91b-e | 4613.27ab | 8.50a-d | 47.32h | 50.11a | 39.37b-e | 1.15c-h | 1.18c-f | 0.78c-g | 3.12ghi |
| | 0 | 9.64a-c | 4664.86ab | 9.50ab | 64.19b-e | 53.61a | 42.50a-c | 1.25a-d | 1.27a-c | 0.84a-d | 3.37cde |
| شاهد Control | -20 | 7.62d-g | 1015.00g | 4.50i | 89.49a | 27.47hi | 45.07ab | 1.32ab | 1.35ab | 0.89ab | 3.57ab |
| | -15 | 8.73b-e | 1604.73g | 4.75hi | 64.46b-e | 37.31c-h | 40.07a-e | 1.18b-g | 1.20b-e | 0.79b-g | 3.18f-i |
| | -10 | 8.83b-e | 2908.35def | 6.25e-i | 69.96b | 43.90a-e | 39.25b-e | 1.15c-h | 1.17c-f | 0.78d-g | 3.11hi |
| | -5 | 8.99b-e | 3680.52cde | 6.75c-h | 56.20d-h | 49.43ab | 41.65a-e | 1.22a-d | 1.24a-c | 0.83a-d | 3.30d-f |
| | 0 | 11.35a | 4864.28a | 6.50d-i | 63.32b-e | 52.67a | 43.70ab | 1.28a-c | 1.31a-c | 0.87a-d | 3.46bc |
| LSD | | 2 | 820.9 | 2.14 | 10.88 | 10.77 | 7.10 | 0.15 | 0.16 | 0.10 | 0.13 |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر صفت، در سطح ۱ درصدبا استفاده از آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

Means with the same letters are not significantly different at 1% of probability using LSD test.

www.SID.ir

Archive of SID



همچنین کمترین مقدار پرولین (۰/۷۳ میکرومول بر گرم وزن تر) در گیاهان تحت تیمار با مالچ سبوس بود. به منظور حفظ یکپارچگی غشاء، پرولین به عنوان یک مادهٔ حفاظت کننده با برهمکنش آنزیم‌ها از تغییر شکل پروتئین‌ها جلوگیری کرده و به دنبال آن از تخریب غشاء جلوگیری می‌کند (۳۰). بیژنی و همکاران (۶) گزارش کردند بیشترین میزان قندهای محلول در چمن پوآ و در دمای ۵- درجهٔ سلسیوس مشاهده گردید که نسبت به شاهد (دمای ۲۵ درجه سانتیگراد) ۴۲ درصد افزایش داشت. مطالعه بر روی دو رقم چمن نشان داد در دمای ۵- درجه سانتیگراد میزان پرولین نسبت به دمای ۲۵ درجه سانتیگراد ۱۲۲ درصد افزایش داشته است (۶).

## نتیجه گیری کلی

به طور کلی تنش بخبندان تا دمای ۲۰- منجر به افزایش تشت الکترولیت و تجمع اسید آمینه پرولین و کربوهیدرات در بافت برگی گیاه تاج الملوک شد. ضمن اینکه با اندازه گیری صفات مورفولوژیک گیاه پس از گذشت سه هفته از وقوع تنش های دمایی و آغاز رشد مجدد گیاه کاهش تعداد برگ، سطح برگ و قطر ساقه صورت تدریجی رو به کاهش گذاشت. در بین مالچ‌های استفاده شده مالچ کود دامی تاثیر بیشتری بر بهبود اثرات ناشی از سرما بر صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی گیاه داشت.

## سپاسگزاری

بدینوسیله از واحد ویژه خدمات تخصصی علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز دانشگاه فردوسی مشهد بابت تامین هزینه‌های این پژوهش قدردانی می‌گردد.

## منابع


1. Adeniyi O. T., Akparobi S. O., and Ekanayake, J. 2004. Field studies on chlorophyll a fluorescence for low temperature tolerance testing of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Food, Agriculture and Environment, 2(1): 166-170.
2. Azizi, H., Nezami, A., Nasiri Mahalati, M., Khazaee, H.R., 2007. Evaluation of freezing tolerance of wheat cultivars under controlled conditions. Journal of Iranian Field Crops Research, 6(1), 109-119. [In Persian with English Summary].
3. Badaruddin M., Reynolds M. P., and Ageeb O. A. A. 1999. Wheat management in warm environments: Effect of organic and inorganic fertilizers, irrigation frequency and mulching. Agronomy Journal, 91, 975-983.
4. Bagheri A., Nezami A., and Soltani, M. 2000. Breeding cold-blooded beans to tolerate stress (translation). Agricultural Research, Training and Promotion Organization. P 446.
5. Bates. L. S., Waldran. R. P. and Teare, I. D. 1973. Rapid determination of free proline for water studies. Plant Soil, 39:205-208.
6. Bizhani Sh., Salehi H., Jokar A., and Daneshmand B. 2013. Cold tolerance and antioxidant response of Chaman Poa and Papalom. Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products, 5(17): 229-237.
7. Bonachela S; (Granados, M.R, López, J.C, Hernández, J, Magán, J.J, Baeza, E.J and Baille, A). 2012. How plastic mulches affect the thermal and radiative microclimate in an unheated low-cost greenhouse. Agricultural and Forest Meteorology, 152, 65-72.
8. Bowker, M. (Edinger, Philip).1989. "Lawn and Grand Covers".Sunset publishing.
9. Cardona C.A., Duncan R.R., and Lindstorm O. 1997. Low temperature tolerance assessment in Paspalum. Crop Science, 37:1283-1291.
10. Cardona C.A., Duncan R.R., and Lindstrom O. 1997. Low temperature tolerance assessment in *Paspalum*. Crop Science. 37: 1283-1291.
11. Dashti M., Kafi M., Tavakoli H., Mirza M., and Nezami A. 2013. Effects of freezing stress on Morpho-physiological indices and chlorophyll fluorescence of Salvia leriifolia Benth. Seedlings.Journal of Plant Researches. 28(5): 962-973.
12. Dere S., Gunes T., and Sivaci R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. American Journal of Botany, 22: 13-17.
13. Dubois D., Gilleres K.A., and Hamilton J.K. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, 350-356.
14. Dunn J. H., Bughrara S. S., Warmund M. R., and Fresenburg B. F. 1999. Low temperature tolerance of zoysia grasses. Horticulture Science 34: 96-99.
15. Duryea Marry L; (English, R. Jeffery and Hermansen, L. Annie). 1999. "A Comparison of Landscape Mulches: Chemical, Allelopathic, And Decomposition Properties". Journal of Arboriculture, 2, 88-97.


www.SID.ir

Archive of SID



16. Eugenia M., Nunes S., and Ray Smith G. 2003. Electrolyte leakage assay capable of quantifying freezing resistance in rose clover. Crop Science 43: 1349-1357.
17. Farahmand H., Sarcheshme pour M., Safari R., and Nazari F., 2011. Reduction of evaporation using mulch in green space. Eleventh General Irrigation Seminar and Evaporation Reduction.
18. Fry J. D., Lang N. S. and Clifton R. G. P. 1991. Freezing resistance and carbohydrate composition of 'Floratam' St. Augustinegrass. Horticulture Science, 26: 1537-1539.
19. Ghasemi Ghahsare M., and Kafi M. 2015. Scientific and practical flowering
20. Ghosh P.K; (Dayal, Devi, Bandyopadhyay, K.K and Mohanty M). 2006. "Evaluation of straw and polythene mulch for enhancing productivity of irrigated summer groundnut". Field Crops Research, 99, 76–86.
21. Griesbach R.J., and Berberich S.M. 1995. The early history of research on ornamental plants at the U S. Department of Agriculture from 1862 to 1940. Horticultural Science 30: 421–425.
22. Griffith M., and Yaish M. W. F. 2004. Antifreeze proteins in overwintering plants: a tale of two activities. Trends in Plant Science, 9: 399-405.
23. Hajo Hosseini A., Javad Pour Y., and Razavi M. 2011. Frostbite in agriculture and ways to control it. Technical and Promotional Journal of Yazd Province Agricultural Organization. 3-19.
24. Izadi darbandi E., Yosef sani M., Nezami A., Musavi M.J., Keikha F., and Nezami S. 2012. Effect of freezing stress on *Dianthus barbatus*. Environmental Stresses in Crop Sciences, 4(2):117-125.
25. Jodaugienė D., Pupalienė R., Sinkevičienė A., Marcinkevičienė A., Žebrauskaitė M. Baltaduonytė K., and Čepulienė R. 2010. The influence of organic mulches on soil biological properties. Zemdirbyste-Agriculture, *97 (2)*: 33-40
26. Lies Jeffery.K; (Dosmann, Michael.S). 1999. "Effect of organic and mineral mulches on soil properties and growth of Fairview Flame® red maple trees". Journal of Arboriculture, 3, 163-167.
27. Malek M.M., Galeshi S., Zeinali A., Ajam N., and Malek M. 2012. Investigation of leaf area index, dry matter and crop growth rate on the yield and yield components of soybean cultivars. Electronic Journal of Crop Production, 5(4):1-17.
28. Mir Mohammadi A.M. 2005. Physiological and breeding aspects of cold and frost tensions in crops. Gulben Publishing House of Isfahan.
29. Munns R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239–250.
30. Naidu B. and Thusitha G. 2005. Increasing cold tolerance in rice by selecting for high polyamine and gibberellic acid content. *Australian Journal of Plant Physiology* 25: 793-800.
31. Nezami A., Borzooei A., Jahani M., Azizi M., and Sharif A. 2007. Electrolyte leakage as an indicator of freezing injury in colza (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Field Crops ***Research***. 5: 167-175
32. Ramakrishna A.; (Tam, Hoang Minh, Wani, Suhas.P and Lomg, Tranh Dinh). 2006. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. Field Crops Research, 95, 115–125.
33. Rashed Mohassel M.H., Nezami A., Bagheri A., Haj Mohammadnia K., Bannayan M. 2009. Evaluation of freezing tolerance of two fennel ecotypes under controlled conditions. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 15(1): 131-140.
34. Rashed Mohassel M.H., Nezami A., Bagheri A., Haj Mohammadnia K., Bannayan M. 2009. Evaluation of freezing tolerance of two fennel ecotypes under controlled conditions. Journal of Herbs Spices Medicinal Plants, 15, 131-140.
35. Roe N. E., Stofella J., and Ggreatz D. 1997. Compost from various municipal solid wastes feed stocks affect vegetable crops, II Growth, yield and fruit quality. J. ASHS. 122: 433-437.
36. Shaikh A. El., and Fouda T. 2008. Effect of different mulching types on soil temperature and cucumber production under Libyan conditions.
37. Shooshtarian S., A., Salehi H., and Tehrani far A. 2011. Study of the growth and development characteristics of ten plant species in the Kish Island green area during the warm season. Journal of Agroecology, 4:514-524.
38. Smartt J. 1994. The groundnut crops. A scientific basis for improvement. London. Chapman and Hall. pp: 734-735
39. Steward Larry G; (Davis Sydnor, T and Bishop, Bert). 2003. "The ease of ignition of 13 landscape mulches". Journal of Arboriculture, 6, 317-321.
40. Teutonica R. A., Palta J.P., and Osborn T. C. 1993. *In vitro* freezing tolerance in relation to winter survival of rapeseed cultivars. Crop Science, 33: 103-107.
41. Warmund R.M., Guinan P., and Fernandez G. 2008. Temperatures and cold damage tosmall fruit crops across the eastern United States associated with the April 2007 freeze. Horticultural Science 43: 1643-1647.
42. Zhang G.S. (Hu, X.B, Zhang, X.X and Li, J.C). 2013. Effect of plastic mulch and winter catch crop on water availability andvegetable yield in a rain-fed vegetable cropping system at mid-Yunnan plateau, China. Scientia Horticulturae, 164, 333-339. 5(4):1-17.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.4, Winter 2020, P. 757-768
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۷۶۷-۷۵۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

# Effect of some Organic Mulches on Cold Resistance of *Aquilegia* sp.

**Y. Selahvarzi[1*]- M. Kamali[2]- J. Nabati[3]- H. Ahmadpourmir[4]**

Received: 31-07-2019
Accepted: 15-12-2019

**Introduction**: Each year, with the onset of cold season and severe drop in temperature, the probability of frost bite and frost damage is a problem for landscaping plants. Many plant species, especially tropical and subtropical species, are damaged when exposed to frostbite, causing damage to their cells, tissues, and organs. Research has shown that by altering membrane properties during cold stress, metabolic balance is disturbed and with the increase in toxic metabolites, secondary damage to the plant can occur. At low temperature, decreases the efficiency of energy transfer to the center of the photosystem II. In addition, low temperatures are the main cause of the formation of reactive oxygen radicals .Also, lowering the temperature in the presence of light, due to the imbalance between light absorption and photosynthesis, increases the risk of light oxidation. Low temperature also reduces the activity of Rubisco. The amount of free proline in many plants increases significantly in response to environmental stresses such as frost stress, and stabilizes the membrane during cold stress.On the other hand, the use of some organic materials such as organic mulches increase temperature of the soil, and thus helps plant from frostbite .Use of organic mulch is widespread in agriculture due to the positive effect in soil temperature, weed control and moisture retention. Also, these mulches are effective in height, growth and flowering, early maturity and total yield of the products. Mulches in the warm seasons reduces soil temperature. Use of mulch can also help plants to withstand frostbite. Organic mulch decomposition in appropriate temperature and humidity conditions, liberates the nutrients gradually and provides for root plant and microorganisms of the soil. Organic mulches can reduce the effect of salt toxicity on plant growth and actively increase soil desalination. The most important benefit of mulch is the increase in soil temperature in the seed area, which accelerates the growth and yield of the product. Use of straw as mulch resulted in accelerated germination in cucumber. Use of straw mulch leads to an increase in temperature at night, thus protecting plants from temperature stress that has a positive effect on the growth and development of wheat.

**Material and methods**: In order to investigate the effect of freezing stress and using different types of organic mulch for *Aquilegia* plant, this experiment was conducted as a factorial experiment based on completely randomized design with four replications at Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. The experimental treatments included four types of mulch (control (without mulch), 50% soil + 50% manure, 50% soil + 50% leaf needle + 50% soil + 50% rice bran) and five levels of freezing temperature (0, -5, -10, -15 and 20). Characteristics such as percentage of electrolyte leakage, relative water content, chlorophyll index and total chlorophyll, leaves number, leaf area, plant dry weight and proline leaf content were considered.

**Results and Discussion**: The results showed with decrease of temperature from 0 to -20 °C, stem diameter, leaf area and leaf number in bran mulch treatment decreased by 42.6%, 73.4%, 21.2% respectively, also stem diameter, leaf area and leaf number in mulch of leaf needle were 35.2%, 9/64%, 47.6%, in manure mulch were 20.20%, 46.4%, 7.8% and in the control of mulch decreased, 32.8%, 79.7%, 30.7%, respectively. At -5 °C, the amount of proline was 26% in the leaf and at -20°C, the amount of proline increased 50% compared to the control. Also, the lowest proline (0.73 µmol / g fresh weight) was obtained from the plants that treated with bran mulch. With application of, electrolyte leakage reached 63.6%, 68%, 61% and 57% in control conditions bran, needle and manure, respectively. In short, the least electrolyte leakage was observed in manure. On the other hand, when temperature dropped from 0 to -20 °C, the percentage of electrolyte leakage increased in *Aquilegia*. Relative water content of the leaf were 24% at 0°C, 38% at -15 °C and 23% at -20 °C. In terms of non-use of mulch, the relative water content was 36% and reached a 42% and 40% with application of manure and needle using mulch. By measuring the total carbohydrate found in Aquilegia leaf, it was observed that the amount of

1, 2 and 4- Assistant professor, Ph.D Graduated and M.Sc. student, Horticulture department, Ferdowsi University of Mashhad
3- Assistant professor, Institute of Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: Selahvarzi@um.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID



this trait was increased under frost stress. In general, although frost stress reduced the morphological traits of Aquilegia, use of organic mulch resulted in the improvement of these traits. The best results were observed in manure mulch.

**Keywords**: Carbohydrate, Dry weight, Electrolyte leakage, Proline, Total chlorophyll

www.SID.ir