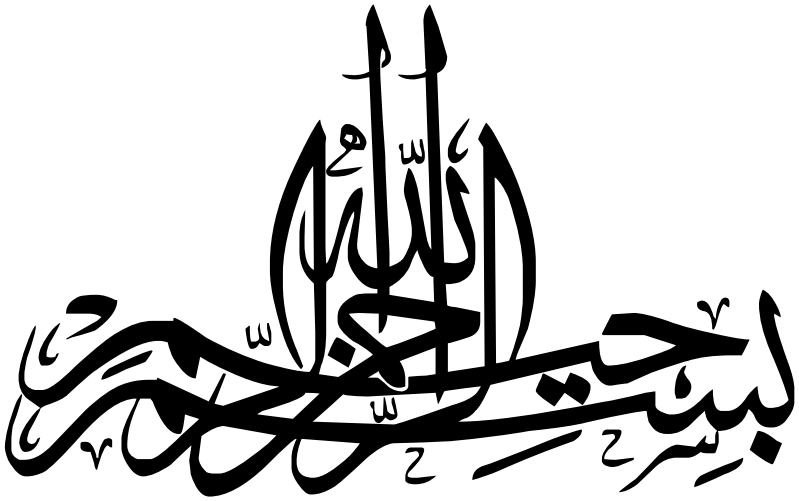

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

اثرات محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر برخی صفات کمی و کیفی خرفه در شرایط کم آبیاری

سمیه یوسف آبادی

استاد راهنما

دکتر احمد غلامی

اساتید مشاور

دکتر حمید عباس دخت **دکتر منوچهر قلی پور**

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ۹۳

تقدیم به

همسر عزیزم که در تمام طول تحصیل همراه و همگام من بوده است.

به محضر ارزشمند پدر و مادر مهربانم به خاطر همه تلاش های محبت آمیزی که در دوران

مختلف زندگی ام انجام داده اند و با مهربانی چگونه زیستن را به من آموخته اند.

تشکر و قدردانی

شکر خدا که هر چه طلب کردم از خدا بر منتهای همت خود کامران شدم. و با تقدیر و تشکر شایسته از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر احمد غلامی که همواره راهنما و راه گشای نگارنده در اتمام و اکمال پایان نامه بوده است. هم چنین از اساتید محترم آقایان دکتر حمید عباس دخت، دکتر منوچهر قلی پور، دکتر حسن مکاریان، دکتر مهدی برادران فیروزآبادی، دکتر حمیدرضا اصغری کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از پدر و مادر مهربانم و همسر عزیزم که آرامش روحی و آسایش فکری را فراهم نمودند تا با حمایت های همه جانبه در محیطی مطلوب، مراتب تحصیلی و نیز پایان نامه درسی را به نحو احسن به اتمام برسانم، سپاسگزام.

تعهد نامه

اینجانب **سمیه یوسف آبادی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی گرایش اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه اثرات محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر برخی صفات کمی و کیفی خرفه (*Portulaca oleracea* L.) **در شرایط کم آبیاری** تحت راهنمائی دکتر احمد غلامی متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه 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 پایان نامه 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 می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « Shahrood University» به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، 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 افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه
- شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .

*** متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد .**

اثرات محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر برخی صفات کمی و کیفی خرفه(*Portulaca oleracea* L.) در شرایط کم آبیاری

چکیده

امروزه گیاهان دارویی، با توجه به جایگاه ویژه‌ای که در بهداشت و سلامت جامعه دارند، همواره مورد توجه مراکز علمی و تحقیقاتی هستند. در این راستا و با توجه به گسترش تقاضا برای گیاه درمانی، بررسی و تحقیق در این زمینه ضروری است و گسترش تحقیقات در این زمینه، احساس میشود. استفاده از خرفه به عنوان یک گیاه خوراکی و دارویی سابقه‌ی طولانی دارد به طوری که در لیست سازمان بهداشت جهانی به عنوان داروی همه دردها معرفی شده است. خشکی مهمترین عامل محدود کننده برای تولید محصول است و به طور فزاینده به یک مشکل عمده در بسیاری از مناطق جهان تبدیل شده است. خشکی یکی از تنش‌های محیطی بوده که روی اکثر مراحل رشد، ساختار و فعالیت‌های گیاهی آثار مخرب و زیان آوری وارد می سازد. امروزه کاربرد سالیسیلیک اسید به عنوان یکی از هورمون‌های گیاهی در افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌هایی همچون خشکی افزایش یافته است. آزمایش پیش بینی شده برای این تحقیق فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار می‌باشد. فاکتورها شامل: محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید شامل چهار سطح۰(، ۰/۵، ۱و ۱/۵ میلی مولار) و تنش خشکی در سه سطح عدم تنش، تنش ملایم و تنش شدید(۶، ۱۲و ۱۸روز آبیاری) بود. محلول پاشی یک هفته قبل از گلدهی انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که اثر تنش کم آبیاری در کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. با افزایش شدت تنش اغلب صفات مورد بررسی کاهش یافته به غیر از میزان پرولین در برگ که با افزایش سطح تنش این صفت افزایش می‌یابد. همچنین کلروفیلb در شرایط تنش شدید نسبت به تنش ملایم افزایش یافت. محلول‌پاشی سالیسلیک اسید بر سطح برگ و مقدار روغن دانه تاثیری نداشت. در بین سطوح سالیسیلیک اسید، محلول‌پاشی بوته ها با ۱ میلی مولار سالیسیلیک‌اسید موجب افزایش صفات ارتفاع، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه، میزان کلروفیلa،b، کارتنوئیدها و میزان پرولین شد. بوته‌هایی که محلول‌پاشی ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید در شرایط بدون تنش را دریافت کرده‌اند دارای تعداد دانه در کپسول، کلروفیلa، کارتنوئید بیشتری بوده‌اند. اما در وزن هزاردانه بوته‌هایی که با صفر میلی مولار سالیسیلیک‌اسید در شرایط بدون تنش محلول پاشی شده بودند دارای بیشترین وزن هزاردانه شدند. در نهایت کاربرد سالیسیلیک‌اسید در شرایط تنش کم آبیاری سبب بهبود اغلب صفات کمی و کیفی گیاه می شود.

کلمات کلیدی: خرفه، تنش خشکی، سالیسیلیک اسید، عملکرد و اجزای عملکرد

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه:

- یوسف آبادی، س. غلامی، ا. قلی پور، م.، عباس دخت، ح. ۱۳۹۳. تاثیرکاربرد سالیسیلیک اسید بر برخی خصوصیات کیفی خرفه (*Portulaca oleracea* L.) در شرایط کم آبیاری. سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر. کرج. ۶-۴ شهریورماه.

- یوسف آبادی، س.، غلامی، ا.، قلی پور، م.، عباس دخت، ح. ۱۳۹۳. تاثیر تیمار محلول پاشی اسید سالیسیلیک در کاهش اثرات تنش خشکی بر رشد و عملکرد گیاه خرفه (*Portulaca olerace* L.). سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر. کرج. ۶-۴ شهریورماه.

فهرست مطالب: صفحه

فصل اول: مقدمه

۱-مقدمه.....۲

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- اهمیت.....۸

۲-۲- گیاه شناسی خرفه ۹

۲-۲-۱- ساقه.....۹

۲-۲-۲- برگ.....۹

۲-۲-۳- ریشه.....۹

۲-۲-۴- گل.....۱۰

۲-۲-۵- میوه.....۱۰

۲-۳-فیزیولوژی خرفه.....۱۱

۲-۴- منشاء و توزیع.....۱۲

۲-۵- خصوصیات رویشی و تولید مثلی ۱۳

۲-۶-سازگاری.....۱۳

۲-۷- ترکیبات شیمیایی خرفه.....۱۴

۲-۸- نگاهی به خرفه به عنوان یک محصول..... ۱۴

۲-۹- نگاهی به خرفه به عنوان یک منبع روغن با ترکیب مناسب اسیدهای چرب.....۱۴

۲-۱۰- نگاهی به خرفه به عنوان غذا.....۱۵

۲-۱۱- نگاهی به خرفه به عنوان علف هرز.....۱۶
۲-۱۰-استفاده از خرفه در مواد غذایی در مناطق ایتالیا.....۱۶
۲-۱۱-ماده موثره و خواص دارویی.....۱۷
۲-۱۱-۱-مواد مغذی.....۱۷
۲-۱۱-۲-اسید چرب امگا۳ .....۱۸
۲-۱۱-۳-آنتی اکسیدان ها.....۱۹
۲-۱۴- خواص درمانی خرفه.....۱۹
۲-۱۵-تنش های محیطی.....۲۱
۲-۱۶- تنش خشکی.....۲۲
۲-۱۷-واکنش گیاه به تنش خشکی.....۲۳
۲-۱۸-تاثیر تنش خشکی بر فرآیند های رشدی گیاه.....۲۵
۲-۱۸-۱-جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه.....۲۵
۲-۱۸-۲-برگ.....۲۶
۲-۱۸-۳-کلروفیل و فتوسنتز.....۲۷
۲-۱۸-۴- گلدهی و عملکرد دانه.....۲۸
۲-۱۷-سالیسیلیک اسید.....۲۸
۲-۱۷-۱-بیوسنتز سالیسیلیک اسید.....۳۱
۲-۱۷-۲-نقش سیگنالی سالیسیلیک اسید.....۳۲
۲-۱۷-۳-اثر سالیسیلیک اسید بر رشد و تولید.....۳۲
۲-۱۷-۴-اثر کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید بر فتوسنتز و روابط آبی ۳۳

۲-۱۷-۵-اثر سالیسیلیک اسید بر گیاهان در شرایط تنش..... ۳۴

فصل سوم: مواد و روش ها

۳-۱-زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش ۳۶

۳-۲- **خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش**..... ۳۶

۳-۳-مشخصات طرح آزمایشی..... ۳۷

۳-۴-عملیات اجرایی..... ۳۸

۳-۴-۱-آماده سازی زمین..... ۳۸

۳-۴-۲-کاشت..... ۳۸

۳-۴-۳-داشت..... ۳۸

۳-۴-۴-اعمال تیمارها..... ۳۹

۳-۴-۵- برداشت..... ۳۹

۳-۵- نمونه برداری..... ۳۹

۳-۵-۱-**صفات مورفولوژیک**..... ۳۹

۳-۵-۱-۱-عملکرد و اجزای عملکرد..... ۳۹

۳-۵-۱-۲- شاخص سطح برگ ۴۰

۳-۶- ۲- **صفات فیزیولوژیک**..... ۴۰

۳-۶-۱-کلروفیل..... ۴۰

۳-۶-۲-پرولین..... ۴۱

۳-۶-۲-۱-روش تهیه معرف ناین هیدرین..... ۴۱

۳-۶-۲-۲-تهیه منحنی استاندارد پرولین..... ۴۲

۳-۷–درصد روغن..... ۴۲

۳-۶- تجزیه و تحلیل داده ها..... ۴۳

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱-**صفات مورفولوژیک**..... ۴۶

۴-۱-۱- ارتفاع..... ۴۶

۴-۱-۲- شاخص سطح برگ..... ۴۸

۴-۱-۳- تعداد شاخه فرعی..... ۴۹

۴-۱-۴-تعداد کپسول در بوته..... ۵۱

۴-۱-۵- تعداد دانه در کپسول..... ۵۳

۴-۱-۶- وزن هزار دانه..... ۵۵

۴-۱-۷-عملکرد دانه..... ۵۸

۴-۲- **صفات فیزیولوژیک**..... ۶۱

۴-۲-۱- کلروفیل a ۶۱

۴-۲-۲- کلروفیل b..... ۶۴

۴-۲-۳- کارتنوئیدها..... ۶۷

۴-۲-۴- پرولین..... ۶۹

۴-۲-۵- درصد روغن..... ۷۱

۴-۳- **نتیجه گیری**..... ۷۳

۴-۴- **پیشنهاد ها**..... ۷۴

۴-۵ **فهرست منابع**..... ۷۷

فهرست شکل‌ها

شکل **صفحه**

شکل ۴-۱-مقایسه میانگین ارتفاع تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری..... ۴۷

شکل ۴-۲-مقایسه میانگین ارتفاع تحت سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید..... ۴۷

شکل ۴-۳- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری..... ۴۹

شکل ۴-۴- مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری..... ۵۰

شکل ۴-۵-مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی تحت سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید..... ۵۰

شکل ۴-۶- مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری..... ۵۲

شکل ۴-۷-مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته تحت سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید..... ۵۲

شکل ۴-۸- مقایسه میانگین تعداد دانه در کپسول تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری..... ۵۴

شکل۴-۹- مقایسه میانگین تعداد دانه در کپسول تحت سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید..... ۵۴

شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین تعداد دانه در کپسول تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری و سالیسیلیک اسید..... ۵۵

شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری..... ۵۶

شکل۴-۱۲- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید..... ۵۷

شکل۴-۱۳- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری و سالیسیلیک اسید..... ۵۷

شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری ۶۰

شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید..... ۶۰

شکل ۴- ۱۶- مقایسه میانگین کلروفیل a تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری..... ۶۳

شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین کلروفیل a تحت سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید..... ۶۳

شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین کلروفیل a تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری و سالیسیلیک اسید..... ۶۴

شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین کلروفیل b تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری..... ۶۶

شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین کلروفیل b تحت سطوح محلول پاشی سالیسیلیک اسید..... ۶۶

شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین کارتنوئید ها تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری..... ۶۸
شکل ۴-۲۲- مقایسه میانگین کارتنوئید ها تحت سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید..... ۶۸
شکل ۴-۲۳- مقایسه میانگین کارتنوئیدها تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری و محلول پاشی سالیسیلیک اسید..... ۶۹
شکل ۴-۲۴- مقایسه میانگین پرولین تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری..... ۷۰
شکل ۴-۲۵- مقایسه میانگین پرولین تحت سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید..... ۷۱
شکل ۴-۲۶- مقایسه میانگین درصد روغن تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری..... ۷۲

فهرست جدول ها

جدول ها صفحه

جدول ۳-۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش..... ۳۶
پیوست۱- میانگین مربعات ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته،..... .... ۷۸
تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه
پیوست۲- میانگین مربعات صفات کلروفیلa، کلروفیلb، کارتنوئیدها ، پرولین، روغن ۷۸

فصل اول

مقدمه

مقدمه

گیاهان دارویی در طول تاریخ همیشه با انسان قرابت خاصی داشته اند و آثار دارویی و موارد استفاده از آنها بر کسی پوشیده نیست(امید بیگی، ۱۳۷۴). کشور پهناور ایران با دارا بودن سابقه تاریخی در طب سنتی و داشتن شرایط متفاوت اکولوژیکی و با دارا بودن بیش از ۷۵۰۰ گونه گیاهی که حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد آن گیاه دارویی شناخته شده‌اند، دارای پتانسیل بالقوه بسیار بالا برای تولید، فرآوری و صادرات گیاهان دارویی می‌باشد(ابراهیمی، ۱۳۸۰). امروزه گیاهان دارویی، با توجه به جایگاه ویژه‌ای که در بهداشت و سلامت جامعه دارند، همواره مورد توجه مراکز علمی و تحقیقاتی هستند. به دلیل غنی بودن فلور گیاهان ایران و نیز دانش غنی استفاده از گیاهان دارویی، گیاه شناسی سنتی روش‌های ارزشمندی را برای یافتن گیاهان دارویی جدید و داروهای گیاهی عرضه می‌دارد(اهوازی و همکاران، ۱۳۸۶). در این راستا و با توجه به گسترش تقاضا برای گیاه درمانی، بررسی و تحقیق در این زمینه ضروری است و گسترش تحقیقات در این زمینه، احساس میشود. اگر چه علاقه و توجه به این گیاهان مفید در سالهای گذشته ناچیز بوده ولی خوشبختانه اخیراً مورد توجه و عنایت بیشتری قرار گرفته است. ایران از لحاظ آب و هوا، موقعیت جغرافیایی و زمینه رشد گیاهان دارویی یکی از بهترین مناطق جهان محسوب می‌گردد و در گذشته هم منبع تولید و مصرف گیاهان دارویی بوده است. گیاهان دارویی از دیرباز نقش مهمی در سلامت و معیشت جامعه ایران داشته اند. چه بسیار افرادی که بواسطه دسترسی به این موهبت الهی از خطر مرگ رهایی یافته و چه بسیار مردمی که با برداشت از طبیعت یا کاشت آنها سبب امرار معاش خانواده گردیده‌اند. گیاهان دارویی بر خلاف سایر مواردی که در اثر گذر زمان کارکردشان را از دست داده‌اند، همچنان در زندگی روزمره مردم نقش آفرینی می‌کنند و حتی به عنوان ماده اولیه کارخانجات داروسازی اهمیت دارند. گیاهان دارویی از ارزش و اهمیت خاصی در تأمین بهداشت و سلامتی جوامع هم به لحاظ درمان و هم پیشگیری از بیماری‌ها برخوردار بوده و هستند. این بخش از منابع طبیعی قدمتی هم پای بشر داشته

و یکی از مهمترین منابع تأمین غذایی و دارویی بشر در طول نسلها بوده اند. از نقطه نظر تاریخی، گیاهان اهمیت فراوانی در توسعه جوامع داشته و تحقیقات وسیعی برای یافتن فرآورده ها و مواد طبیعی دارویی گیاهی در طول تاریخ انجام شده است. اما نکته حائز اهمیت اینجاست که تنها کمتر از ۱۰٪ از مجموع ۲۵۰۰۰۰ گونه گیاهی جهان برای بیش از یک عملکرد زیست شناختی، شناسایی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به عبارت دیگر بر اساس آمارهای منتشره سازمان بهداشت جهانی(WHO)، تنها بین ۳۵ تا ۷۰ هزار گونه گیاه دارویی در طول زمان برای حداقل یک یا چند بار مورد مصرف قرار گرفته است. در حال حاضر، ۲۵٪ از داروهای موجود، منشأ گیاهی دارند و ۱۲٪ داروها نیز از منابع میکروبی ساخته شده‌اند. گرایش عمومی جامعه به استفاده از داروها و درمانهای گیاهی و به طور کلی فرآورده‌های طبیعی به ویژه در طی سالهای اخیر رو به افزایش بوده و مهمترین علل آن، اثبات اثرات مخرب و جانبی داروهای شیمیایی از یک طرف و ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی که کره زمین را تهدید می کند از سوی دیگر بوده است. طبق آمار سازمان بهداشت جهانی بالغ بر ۸۰٪ مردم جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه و نواحی فقیر و دور افتاده عمده‌ترین نیازهای درمانی خود را از گیاهان دارویی تأمین می‌کنند. از سوی دیگر گیاهان دارویی جزء ذخایر و منابع طبیعی هستند و بسیاری از کشورها کم یا زیاد از یک چنین منبعی برخوردارند که نوع، تعداد و تنوع گونه‌های گیاهی براساس شرایط و موقعیت جغرافیایی هر منطقه متفاوت است. با توجه به سابقه استفاده از گیاهان دارویی و نیز تغییر نگرش و افزایش تقاضای جهانی در خصوص استفاده از این گیاهان در درمان بیماری‌ها و با عنایت به مضرات ناشی از مصرف داروهای شیمیایی(هایونی و همکاران، ۲۰۰۸؛ اوساراه و همکاران، ۲۰۰۷) ضرورت دارد تا در مورد گیاهان دارویی تحقیقات جامعی صورت گیرد.

امام صادق(ع)فرمود بر روی زمین سبزی خوردنی شریف‌تر و نافع‌تر از خرفه نیست و خرفه سبزی خوردنی حضرت فاطمه(ع) است و عقل را زیاد می‌کند(بی نام). استفاده از این گیاه به عنوان یک گیاه خوراکی و دارویی سابقه طولانی دارد، به طوریکه در لیست سازمان بهداشت جهانی به عنوان گیاهی

که دارای مصارف دارویی بسیاری می‌باشد، به عنوان «داروی همه دردها» معرفی شده است(سامی و همکاران، ۲۰۰۵). خرفه گیاهی مغذی برای مصرف انسان می‌باشد و به آن در متون مصر از زمان فراعنه اشاره شده است(محمد و حسین، ۱۹۹۴). خرفه به عنوان سالاد به صورت خام مصرف می‌شود و همچنین به عنوان سس در سوپ و یا به عنوان سبزی به صورت پخته شده مصرف می‌شود(سودهاکار و همکاران، ۲۰۱۰). گیاه خرفه یکی از غنی‌ترین منابع گیاهی اسیدهای چرب امگا۳ و اسید لینولنیک است(سیموپلوس و سالم، ۱۹۸۶). بیوماس خرفه، بسیار غنی از امگا۳ است و نسبت امگا۶ به امگا۳ تقریبا یک به سه می‌باشد (سیموپلوس، ۲۰۰۴؛ لیو و همکاران، ۲۰۰۰). میزان کم اسیدهای چرب اشباع و نسبت پایین امگا۶ به امگا۳ نشان دهنده‌ی کیفیت غذایی مناسب خرفه است(کاروالهو و همکاران، ۲۰۰۰). در مناطقی که این گیاه مصرف می‌شود، شیوع کمی از سرطان و بیماری‌های قلبی وجود دارد، که این احتمالا به علت وجود اسیدهای چرب امگا۳ در گیاه خرفه است(سیموپلوس، ۱۹۹۱). طی تحقیقات اخیر طیف گسترده‌ای از تاثیرات بیولوژیکی، از جمله اثر شل کننده عضلات(پری و همکاران، ۱۹۹۳)، اثرات ضد درد و ضد التهاب (چان و همکاران، ۲۰۰۰)، فعالیت ضد قارچی(اوه و همکاران، ۲۰۰۰) و اثرات ضد دیابت نشان داده شده است(گونگ و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین خرفه دارای خواص بهبود زخم(راشد و همکاران، ۲۰۰۳) نیز می‌باشد. علاوه بر این، خرفه ممکن است اثر محافظتی در برابر تنش اکسیداتیو داشته باشد که ناشی از کمبود ویتامین A است. خرفه به عنوان یک منبع عالی از آنتی اکسیدان‌ها، ویتامین‌های آلفا توکوفرول، اسیدآسکوربیک، بتاکاروتن و گلوتاتیون است و همچنین یک منبع غنی از تعدادی اسید آمینه مانند ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین، سیستین، فنیل‌آلانین، تیروزین، ترئونین و والین در نظر گرفته شده است. خرفه پتانسیل خوراک دام، پرورش آبزیان(سیمپولوس و همکاران، ۱۹۹۵)و صنایع فرآوری مواد غذایی را دارد(ونزل و همکاران، ۱۹۹۰). بنابراین، خرفه یک گیاه با پتانسیل غذایی و دارویی خوب می‌باشد. هائو و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کرده‌اند که خرفه را می توان به عنوان یک گیاه دارویی مورد استفاده قرار داد.

خشکی مهمترین عامل محدود کننده برای تولید محصول است و به طور فزاینده به یک مشکل عمده در بسیاری از مناطق جهان تبدیل شده است(پاسی اورا، ۲۰۰۷). مطابق آمارها، خشکسالی بیشتر مناطق زمین را از سال ۱۹۷۰تا اوایل سال ۲۰۰۰ در جهان تحت تاثیر قرار داده است(ایندااهل و اسشمیدت، ۲۰۰۶). خشکسالی یک مشکل جهانی است که به طور جدی بر تولید با توجه به افزایش جمعیت و تغییرات جهانی وضعیت آب و هوایی موثر است. از طرفی نیاز شدید به تأمین مواد غذایی برای جمعیت رو به رشد و ایجاد امنیت غذایی ایجاب می‌کند که در حد امکان میزان تولیدات کشاورزی در کشور افزایش یابد. لذا برای تحقق این مسأله نیاز به برنامه ریزی دقیق جهت استفاده بهینه از منابع آب موجود به ویژه در بخش کشاورزی به عنوان عمده‌ترین بخش مصرف منابع آب کشور، احساس می‌گردد(محمدیان، ۱۳۸۰). در شرایط آب و هوایی ایران مصرف بهینه آب در تولید محصولات کشاورزی به عنوان یکی از مهم ترین عوامل محیطی موثر بر رشد و نمو گیاهان از اهمیت خاصی برخوردار است(جهاداکبار و همکاران، ۱۹۹۸). کم آبیاری یک از روش‌های به حداکثر رساندن کارایی مصرف آب و بالا بردن عملکرد به ازاء واحد آب مصرفی می‌باشد. در این روش گیاه در یک مرحله خاص رشد و یا در تمام فصل رشد تحت تنش آبی قرار می‌گیرد(کایردا، ۲۰۰۲). بسیاری از گیاهان حداقل یکبار در سیکل زندگی خود با خشکی مواجه می‌گردند و این زمانی است که بذر آنها رسیده و خشک می‌شود. گیاهان زراعی به تنش کمبود آب به راه های گوناگونی پاسخ می‌دهند (ارمندپیشه و همکاران، ۱۳۸۸). تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی زیادی در هنگام وقوع تنش خشکی در گیاهان دیده می‌شود که ناشی از کاهش محتوی نسبی آب اندام‌ها می باشد. کاهش پتانسیل آب در شرایط تنش خشکی سبب تغییر در غشای سلول شده و در نتیجه باعث افزایش هدایت الکتریکی(EC) می‌گردد (بلوم و امرسون، ۱۹۸۱).

پتانسیل کل آب گیاه در تنش کم آبی توسط تنظیم اسمزی حفظ می‌شود در این روش گیاه از طریق ساخت فعال مواد محلول به تنش خشکی پاسخ می‌دهد. ساخت اسمولیت‌ها طی چند ساعت و چند روز پس از تنش صورت می‌گیرد. پرولین به عنوان یک اسمولیت در حفاظت از ساختمان

ماکرومولکولها موثر است (جلیل و همکاران، ۲۰۰۷). افزایش مقاومت به تنش‌های غیر زیستی در برخی گیاهان، از طریق کاربرد خارجی ترکیبات آلی گوناگون صورت می‌گیرد. این ترکیبات می‌توانند موجب حفاظت از گیاه در برابر عوامل محیطی تنش زا شده و موجب افزایش محصول شوند(اشرف و فولاد، ۲۰۰۷). در این تحقیق از اسید سالیسیلیک به عنوان یکی از این ترکیبات استفاده شده و تلاش شده تاثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر برخی صفات کمی و کیفی خرفه در شرایط کم آبیاری مورد بررسی قرار گیرد.

اهداف این پژوهش شامل موارد زیر می باشد:

۱- بررسی تاثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر کاهش اثرات تنش خشکی در گیاه خرفه

۲- بررسی تاثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید و تنش خشکی بر برخی صفات کمی و کیفی گیاه خرفه

فصل دوم

بررسی منابع

اهمیت

خرفه(*Portulaca oleracea* L.) شایسته توجه ویژه کشاورزان و همچنین متخصصان تغذیه می‌باشد. خرفه علف هرز معمول در مناطق چمنی و نیز محصولات زراعی است(یودین و همکاران، ۲۰۱۰). بسیاری از ارقام خرفه با نام های زیادی در طیف گسترده‌ای از مناطق و شرایط آب و هوایی رشد می‌کنند. خرفه دارای مقبولیت گسترده‌ای به عنوان یک سبزی معطر خوراکی در اروپا مرکزی، آسیا و منطقه مدیترانه می‌باشد. خرفه بخش مهمی از سالاد است و ساقه و برگهای نرم آن به صورت پخته شده، با دیگر سبزیجات خام و یا به تنهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین برای پخت و پز یا به عنوان ترشی استفاده می‌شود. ارزش دارویی خرفه در استفاده از آن برای درمان سوختگی، سردرد و بیماری های مربوط به روده، کبد، معده، سرفه، تنگی نفس و ورم مفاصل مشهود است. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که خرفه نسبت به دیگر سبزیجات دارای کیفیت تغذیه بهتری است، همچنین دارای مقادیر بالای بتا کاروتن، اسید اسکوربیک، اسید آلفا لینولنیک است(لیو و همکاران، ۲۰۰۰). اسید آلفا لینولنیک، اسید چرب امگا۳ است که نقش مهمی در رشد و پیشگیری از بیماری‌ها دارد. در خرفه نشان داده شده است که اسیدهای چرب امگا۳ نسبت به اسفناج پنج برابر بیشتر است. اسیدهای چرب امگا۳ متعلق به یک گروه از اسیدهای چرب اشباع نشده است که برای رشد، پیشگیری از بیماریهای قلبی عروقی و نگهداری سیستم ایمنی بدن ضروری است(گیل و والیونی، ۱۹۹۷). بدن ما قادر به سنتز اسیدهای چرب امگا۳ نیست. بنابراین اسیدهای چرب امگا۳ باید از یک منبع غذایی تأمین شود. اسیدهای چرب امگا۳ حاوی ۱۸ تا ۲۴ اتم کربن و تعداد سه یا بیشتر از پیوندهای دو گانه در زنجیره اسید چرب آن است(ویلان و رست، ۲۰۰۶). ماهی غنی‌ترین منبع اسیدهای چرب امگا۳ است. مقامات بهداشت و درمان بسیار توصیه می‌کنند که ما به طور منظم برای نیازهای بدنمان به اسید چرب امگا۳، ماهی مصرف کنیم(نستیل، ۱۹۸۷). خرفه به تازگی به عنوان غنی‌ترین منبع گیاهی از آلفا لینولنیک اسید، یک اسید چرب امگا۳ ضروری شناخته شده

است(سیمپلوس و سالم، ۱۹۸۶). فقدان منابع غذایی اسیدهای چرب امگا۳ منجر به معرفی خرفه به عنوان سبزی جدید شده است(پالانیسوامی و همکاران، ۲۰۰۱؛ یازیسی، ۲۰۰۷).

۲-۲-گیاه شناسی خرفه

خرفه با نام علمی(*Portulaca oleracea* L.) از اعضای خانواده Portulacacae، گیاهی پهن برگ و یکساله تابستانه، یکی از ۲۵جنس از علف‌ها و بوته‌های آبدار در این خانواده است، که عموما به عنوان بریهالونی، قولیکا، لونا، لوناملا، لونیکا، لونی، لونیا نامیده می‌شود. جنس Portulaca شامل حدود ۴۰ گونه از گونه‌های آب و هوای گرمسیری و گرم است(میتیچ و همکاران، ۱۹۹۷). نام جنس خرفه یعنی *Portulaca* از دو واژه *Poro* به معنی حامل و *lac* به معنی شیر تشکیل شده است. به این ترتیب با توجه به محتوای مایع شیری رنگ وجه تسمیه آن به *Portulaca* بخوبی مشخص می‌شود(کلیمنت و نوریس، ۱۹۸۲).

۲-۲-۱-ساقه

ساقه خرفه صاف، گوشتی، بدون‌کرک و رنگ آن مایل به قرمز است و طول آن به حدود ۴۰-۳۰ سانتی‌متر می‌رسد(کودنی و همکاران، ۲۰۰۷). ساقه گوشتی خرفه حتی چند روز بعد از قطع شدن می‌تواند قابلیت زیستی خود را حفظ کند و با آبیاری، دوباره ریشه و گیاه جدیدی تولید کند(کلیمنت و نوریس، ۱۹۸۲).

۲-۲-۲-برگ

برگ‌ها بدون دمبرگ(چسبیده)، بیضی، صاف(بدون کرک)، آبدار و براق هستند و آرایش متقابل دارند. البته ممکن است در طول ساقه بویژه نزدیک به پایه به طور متناوب قرار گیرند(کلیمنت و نوریس، ۱۹۸۲).

۲-۲-۳-ریشه

خرفه یک ریشه اصلی عمودی با انشعابات زیاد دارد(کودنی و همکاران، ۲۰۰۷). ریشه‌ها شامل ریشه‌های عمودی اصلی طویل و همچنین ریشه های جانبی می باشد.

۲-۲-۴-گل

گل آذین یا به صورت انفرادی و یا چندتایی در انتهای ساقه قرار می‌گیرند. گل‌ها کوچک به رنگ زرد کمرنگ با ۵ گلبرگ که فقط صبح‌ها باز می‌شوند(اهنی و همکاران ۱۹۹۷؛ کلیمنت و نوریس،۱۹۸۲). گل‌های خرفه خودگشن و کلیستوگام(یعنی گرده افشانی قبل از باز شدن گل ها اتفاق می‌افتد) و دارای کمی پروتندری(رسیدن پرچم قبل از مادگی)هستند. در هر بساک ۱۲۰-۸۰ دانه گرده رسیده تولید می‌شود که قوه نامیه بالایی در حدود ۹۹-۸۵ درصد دارند(اهنی و همکاران، ۱۹۹۷). نقش حشرات در گرده افشانی بسیار اندک است.

۲-۲-۵-میوه

میوه به صورت کپسول و دارای تعداد زیادی دانه است که از وسط به صورت عرضی باز می‌شوند. درپوش کپسول به آسانی جدا می‌گردد(اهنی و همکاران، ۱۹۹۷). دانه‌ها به رنگ قهوه ای، سیاه، براق و اندازه آن ۰/۵ تا ۰/۸ میلی‌متر است. دانه ها توسط باد، آب و همراه با محصولات دانه‌ای پخش می‌شود. تعداد ۱۰۰۰۰ دانه را در یک گیاه شمارش شده و بدین ترتیب که در طول یک فصل، خرفه می‌تواند ۱۰۱/۶۲۵ تا ۲۴۲/۵۴۰ دانه در بوته تولید کند(هولم و همکاران، ۱۹۷۷؛ متهیو، ۱۹۹۳؛ زیمرمن، ۱۹۷۶). دانه‌ها در شاخه‌های اصلی توسعه و به دنبال آن در شاخه‌های ثانویه در سراسر فصل رشد توسعه می‌یابد(اگلی، ۱۹۷۴). به طور متوسط ۷۲ دانه در کپسول مشاهده شده است(دان، ۱۹۷۰). بذرها ۱۴ تا ۱۶روز بعد از باز شدن شکوفه‌ها حتی اگر گیاه چیده شود، می‌رسند(اهنی و

همکاران، ۱۹۹۷). خواب بذر بسیار متغیر و در برخی از دانه‌ها توانایی زنده ماندن تا ۴۰ سال گزارش شده است. جوانه زنی بذر خرفه نیازمند هوای گرم است و در کالیفرنیا در فاصله فوریه تا مارس جوانه می‌زند درحالی که در مناطق سرد تا زمانی که دما به حدود ۴ درجه سانتی‌گراد برسد به تاخیر می‌افتد. خرفه در نزدیکی سطح خاک بعد از یک بارندگی یا آبیاری به تعداد زیاد جوانه می‌زند(کلیمنت و نوریس،۱۹۸۲). اگلی(۱۹۷۴)نشان داده است خواب دانه به سن و محتوی آب بسیار مرتبط می‌باشد. نور نیز در جوانه زنی بذر تاثیر دارد. بذرها در دمای ۱۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد و در شرایط نوری، در مقایسه با بذرهایی که در تاریکی و در همان درجه حرارت قرار دارند، از جوانه‌زنی نسبتا بالایی برخوردارند(سینگ، ۱۹۶۷). در مناطق استوایی و مناطق گرم تر، یک چرخه زندگی کامل دو تا سه و نیم ماه، در مناطق خنک تر تا چهار ماه بطول می‌انجامد. پس از جذب آب توسط بذور، دانه‌ها شروع به جوانه زدن در مدت ۱۲ ساعت و در دمای بالا(۳۰ تا۴۰ درجه سانتی گراد) می‌کنند و در ۲۴ ساعت به طور کامل سبز می‌شوند. رشد رویشی سریع در ۱۵ روز شروع می‌شود و گلدهی پس از یک ماه یا در مرحله ۱۰ تا ۱۲ برگی آغاز می‌شود(هولم و همکاران، ۱۹۷۷). با توجه به رشد سریع، خرفه می‌تواند گل‌ها و دانه‌های زیادی در عرض شش هفته بعد از جوانه زنی تولید کند. بذر خرفه دارای ۱۵ تا ۲۰ درصد روغن است و از برگ و ساقه آن نیز می‌توان روغن بدست آورد. حدود ۷۰ درصد این روغن را چربی‌های اشباع نشده تشکیل می‌دهند که ۵۰ درصد آن امگا۳ است.

۲-۳-فیزیولوژی خرفه

خرفه برای تثبیت CO_2 از مکانیسم فتوسنتزی C_4 که قابل تبدیل به CAM است، استفاده می‌کند (اهنی و همکاران، ۱۹۹۷). انطباق خرفه با طیف گسترده‌ای از شرایط زیست محیطی به علت متابولیسم فتوسنتزی منحصر به فرد آن است. تحت شرایط پر آبی، خرفه متابولیسم فتوسنتزی C_4 را به کار می‌گیرد. این متابولیسم در خرفه به متابولیسم فتوسنتزی CAM تحت شرایط تنش خشکی، با تجمع شبانه اسید در برگ و کاهش جذب CO_2 تغییر خواهد کرد. با درک متابولیسم فتوسنتز منحصر

به فرد خرفه، ما می توانیم به دلیل سازگاری خرفه به شرایط کم آبی پی ببریم(کریستوفر، ۲۰۱۳). بیشتر گیاهان را می توان بر اساس مسیر فتوسنتزی خود را به عنوان C_3، C_4، متابولیسم اسید کراسولاسه(CAM) طبقه بندی کرد(اهلرینجر و مونسون، ۱۹۹۳). به منظور جلوگیری از تلفات آب، روزنه ها در گیاهان CAM در طول روز بسته و در شب باز می‌شوند. گیاهان CAM هنگامی که روزنه‌ها باز هستند، CO_2 را به اسید چهارکربنه تثبیت می‌کنند و در واکوئل ذخیره می‌کنند. این اسیدهای چهارکربنه در طول روز هنگامی که روزنه‌ها بسته شده‌اند، دکربوکسیله(جداشدن CO_2)شده و CO_2 توسط رابیسکو در چرخه کالوین-بنسون استفاده می‌شود.

تعداد کمی از گیاهان شناخته شده متابولیسم C_4 و CAM هر دو را با هم دارند که همه آنها از جنس *Portulaca* می‌باشند. این گیاهان هنگامی که در معرض تنش‌خشکی یا دوره‌های کوتاه خشکی قرار می‌گیرند خصوصیات CAM را نشان می‌دهند(کریستوفر، ۲۰۱۳). از جمله این گیاهان خرفه(*Portulaca oleracea*)، خزه گل سرخ، (*Portulaca grandiflora*)و(*Mundula Portulaca*) می‌باشند. این تغییر از C_4 به CAM در درجه اول به وسیله تغییرات اسید مالیک و اندازه‌گیری تبادل گاز شناخته شده است. علاوه بر اسیدیته برگ و تبادل گاز، تفاوت سطوح و فعالیت فسفو انول پیروات کربوکسیلاز در خرفه در پاسخ به خشکی گزارش شده است(لارا و همکاران، ۲۰۰۳؛ مازن، ۲۰۰۰).

۲-۴-منشاء و توزیع

منشاء خرفه(*P. orlercea*) مورد توافق جهانی نیست. گزارش‌های مختلفی خرفه را به عنوان گیاه بومی آمریکای جنوبی(ریدبرگ، ۱۹۷۰)، آفریقای شمالی(چاپمن و همکاران، ۱۹۷۴؛ هلوم و همکاران، ۱۹۷۷)غرب آسیا و اروپا(میتیچ، ۱۹۹۷)می‌دانند. دانه‌ها و گرده خرفه در رسوبات دریاچه کرافورد، انتاریو، با قدمت ۱۳۵۰ سال بعد میلاد و از جنوب لوئیزیانا، ایالت ایلینوی و کنتاکی ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد تا ۷۵۰ سال بعد از میلاد کشف شده است(کاپلان، ۱۹۷۳؛ والکر، ۱۹۳۶؛ واتسون، ۱۹۶۹). گرای

و ترمبول (۱۸۸۳) حدس می‌زنند که خرفه ممکن است ریشه‌هایی پیش کلمبیایی داشته باشد چون کلمب، ورود خرفه را در کوبا در دفترچه خاطراتش گزارش کرده است. خرفه به عنوان یک محصول زراعی حداقل از اواسط قرن ۱۷ و در ماساچوست از اوایل سال میلادی ۱۶۷۲ گزارش شد(سالیسبوری، ۱۹۶۱؛ مونتگمری، ۱۹۶۴). خرفه به طور گسترده‌ای در سراسر جهان توزیع شده و می توان تا ارتفاع ۳۸۳۵ متری از سطح دریا آن را یافت. خرفه در محیط‌های گرمسیری و معتدل بیشتر شایع است، هر چند که حضور آن از عرض جغرافیایی ۵۸ درجه شمالی تا عرض جغرافیایی ۴۰ درجه جنوبی(ماتیوز و همکاران، ۱۹۹۳) گزارش شده است. در مطالعات طبقه بندی جوروسک(۱۹۷۹) و همکاران ۴۴ گونه‌ی خرفه را در ۱۸ کشور مختلف بر اساس ۳۶ ویژگی گیاهی طبقه‌بندی کرده اند. این گیاهان در ۴ منطقه معتدل سرد، معتدل مرطوب تا مرطوب خشک، مرطوب و نیمه گرمسیری تا گرمسیری کشت شده‌اند.

۲-۵- خصوصیات رویشی و تولید مثلی

خرفه به عنوان یک گیاه یکساله آبدار با عادت رشدی خوابیده، بوسیله دانه و قطعات ساقه تولید مثل می‌کند. به طورکلی خرفه به صورت گیاهی یکساله در نظر گرفته شده، اما ماتیوز(۱۹۹۳) گزارش کرده که در نواحی گرمسیری ممکن است چند ساله باشد. هولم (۱۹۷۷) نشان می‌دهد که خرفه می تواند یک عادت رشدی عمودی و یا خوابیده بسته به شرایط نوری داشته باشد. خرفه همچنین می تواند از قلمه‌های رویشی که در تماس با خاک قرار گرفته، تکثیر شود(هولم و همکاران، ۱۹۷۷؛ میانیشی و کاورز، ۱۹۸۰؛ مینسچر، ۱۹۸۰). ساقه‌های قطع شده ریشه‌هایی را به صورت نابجا از انتهای برش ساقه تولید می‌کنند که قادرند از ساقه و مجددا رشد کنند(کونارد و زیزمن، ۱۹۳۱؛ میانیشی و کاورد، ۱۹۸۱). در یک مطالعه گلخانه‌ای سه قلمه از سه مکان در ساقه تهیه شدند و پس از ۲۱ روز مورد بررسی قرار گرفتند. قلمه ها شامل یک گره ساقه همراه با برگ، یک گره که برگ های آن حذف شده و دیگری میانگره ساقه بود. قلمه گره ساقه بیش از ۷۸٪ بقاء داشت در حالیکه میانگره ها۰٪ بقاء

داشتند. در گره های دارای برگ ۲۰٪ بقاء افزایش یافت. فقط قلمه‌های گره، برگ‌های جدید تولید کردند و قلمه‌های برگدار بیشترین برگ‌های جدید را تولید کردند. برای تکثیر رویشی خرفه گره، روی قلمه ساقه مورد نیاز است و وجود برگ روی قلمه، بقاء و رشد برگ‌های جدید از قلمه را بهبود می‌بخشد.

۲-۶-سازگاری

خرفه می‌تواند طیف گسترده‌ای از طول روز(فتوپریود)، شدت نور، دما، رطوبت و انواع خاک را تحمل کند. در واقع خواب بذر و توانایی دانه در مقاومت به فرآیندهای گوارش دام و زمستان‌گذرانی، همه به تضمین بقاء و توزیع آن کمک می‌کنند. گزارش هوپن(۱۹۷۲)حاکی از آن است که جوانه‌زنی خرفه با عمق بذر کاهش می‌یابد و رشد گیاه با وجود مواد مغذی، به خصوص فسفر افزایش یافته و همچنین درجه حرارت بالای خاک برای جوانه‌زنی مطلوب مورد نیاز است.

۲-۷-ترکیبات شیمیایی خرفه

اندام گیاهی خرفه منبع سرشاری از اسیدهای چرب غیر اشباع، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، آنتی اکسیدان‌ها، فنول‌ها و مواد معدنی است. شاخ و برگ خرفه حاوی ۲۷-۱۸درصد پروتئین، ۲۳/۶درصد کربوهیدرات، حدود ۶ درصد چربی، ۲۰/۳ درصد فیبر خام، ۲۳ درصد فیبر محلول در شوینده اسیدی، ۲۵ درصد فیبر محلول در شوینده خنثی، ۹۷ درصد رطوبت، ۳۲-۲۷ درصد خاکستر، ۱۱ درصد ماده خشک، ۷۲ درصد ماده آلی و انرژی متابولیکی به میزان ۱۳ مگاژول در هر کیلوگرم ماده خشک می باشد. ماده خشک بیوماس خرفه همچنین دارای ۵/۶ درصد عصاره اتری، ۰/۳ درصد فسفر، ۳/۵ درصد منیزیم، ۱/۸ درصد کلسیم و مقدار زیادی(۰/۲۵ درصد در پیکره تازه)نورآدرنالین است. برگ‌ها حاوی ۳۰-۲۲ میلی‌گرم بتاکارتن در گرم وزن‌تر هستند(پالانیسوامی و همکاران، ۲۰۰۴).

۲-۸- نگاهی به خرفه به عنوان یک محصول

خرفه در لیست سازمان بهداشت جهانی به عنوان یکی از گیاهان دارویی به آن لقب اکسیر جهانی داده شده است. خرفه به علت وجود میزان بالای آنتی اکسیدان‌ها، اسیدهای چرب(امگا۳ و امگا۶)، کاروتن شناخته شده و دارای مزایای زیادی برای سلامت انسان می‌باشد(گیل گئریرو و رودریگوئزگارسیا، ۱۹۹۹). گونه‌های وحشی خوراکی خرفه مورد آزمایش قرارگرفته، دارای بالاترین مقدار آلفا اسیدلینولنیک و همچنین غلظت بالایی از آنتی اکسیدان‌های آلفاتوکوفرول، بتاکاروتن و گلوتاتیون می‌باشند(سیمپلوس، ۱۹۹۲). علاوه بر این، ملاتونین در مقادیر نسبتا بالا در برگ خرفه وجود دارد(سیمپلوس، ۲۰۰۵). مزایای ملاتونین در سلامت انسان و پیشگیری از رشد سرطان مشخص شده است.

۲-۹-نگاهی به خرفه به عنوان یک منبع روغن با ترکیب مناسب اسیدهای چرب

میزان اسید چرب موجود در هر گرم وزن تر برگ ۱/۵ تا ۲/۵، ساقه ۰/۶ تا ۰/۹و بذر ۱۸۰ تا ۱۷۰ میلی گرم تعیین شده است. تعداد ۲۷ نوع اسیدچرب در خرفه مشاهده شده که اسید پالمیتیک(C۱۶:۰)، اسید لینولئیک یا امگا۶ (C۱۸:۲)و اسید لینولنیک یا امگا۳ (C۱۸:۳) بیشترین اسید های چرب خرفه هستند.

بنا به یافته‌های تحقیقاتی در حدود ۶۰ درصد اسیدهای چرب برگ و ۴۰ درصد اسیدهای چرب بذر خرفه را امگا۳ تشکیل می دهد و در بین سبزی‌ها غنی‌ترین منبع امگا۳ و پروتئین است و بر اساس وزن خشک بیشترین درصد چربی و امگا۳ به برگ(۶۲-۵۸ درصد)اختصاص دارد(کاظمی و همکاران، ۲۰۰۹؛ پالانیسوامی و همکاران، ۲۰۰۴).

۲-۱۰-نگاهی به خرفه به عنوان غذا

تمام قسمت‌های گیاه اعم از دانه‌های گیاه هم برای انسان و هم برای حیوانات قابل استفاده می‌باشد (وان ویک، ۲۰۰۵). همچنین دانه‌ها به عنوان خوراک پرندگان استفاده می‌شود(آتزی، ۲۰۰۳؛ سیلا، ۱۹۹۲). در گذشته‌های دور برای کارکنان کشتی که اغلب از اسکوربوت رنج می‌بردند ماده غذایی بسیار مفیدی بود (لنتینی و ونزا، ۲۰۰۷). در ایتالیا خرفه به عنوان گیاهی رایج در بازار فروخته و به عنوان یک سبزی به صورت خام و پخته شده استفاده می‌شد(دروگیمونت، ۱۹۹۰)، همچنین دانه‌های آن به عنوان ادویه و ماده معطر مورد استفاده قرار می‌گرفت. کاستانسو فلیسی(۱۹۸۲)، پزشک و نویسنده رساله گیاهان خوراکی گزارش می‌دهد شاخ و برگ گیاه خرفه اغلب در سالاد با ریحان، پیاز و خیار و دیگر سبزیجات استفاده می‌شوند. همچنین به علت وجود موسیلاژ، در سوپ و خورش مورد استفاده قرار می‌گرفت(لوسیکانو و همکاران، ۲۰۰۸). در بخش‌های مختلف ایتالیا خرفه به صورت سرخ شده در روغن و یا در خمیر، تخم مرغ و خرده نان مصرف می‌شود. همچنین می‌توان خرفه را در سرکه نگهداری و از ساقه‌های شاداب‌تر می‌توان در ترشی استفاده کرد(آرسیدیاکنو و پاون، ۱۹۹۴).

همانطور که قبلا گفته شد استفاده از خرفه در رژیم غذایی انسان مربوط به این می‌باشد که این گیاه غنی از مواد معدنی، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، بتاکاروتن و ویتامین‌های E و C است(هیراتدز برمیجو و لیون، ۱۹۹۲؛ توران و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۱۱- نگاهی به خرفه به عنوان علف هرز

خرفه علف هرزی مهاجم است و به عنوان یک مشکل عمده در بسیاری از محصولات زراعی در سراسر جهان در نظر گرفته شده است. کوکوئیلانت(۱۹۵۱) خرفه را به عنوان هشتمین گیاه مهم بر روی زمین گزارش کرده است. سینگ(۱۹۶۷)خرفه را به عنوان یکی از ده علف هرز مضر در بالای دشت گانجتیک هند معرفی کرده و به عنوان علف‌هرز مضر توسط ایالت آریزونا ذکر شده

است(USDA، ۲۰۱۰). هولم و همکاران(۱۹۷۷) گزارش کردند که خرفه علف هرز ۴۵ محصول زراعی در ۸۱ کشور مختلف است. بخشی از خصوصیات خرفه به عنوان علف هرز به علت قابلیت واکنش‌های سریع گیاه است. رشد و نمو خرفه با طیف گسترده‌ای از فتوپریودها صورت می‌گیرد و تعداد کپسول‌ها با میزان دریافت نور رابطه مثبت دارند. خرفه می‌تواند محدوده گسترده‌ای از شدت نور، رژیم‌های دمایی، انواع خاک را تحمل کند و کپسول‌های را بیشتری در طیف گسترده‌ای از این فاکتورها تولید کند. هنگامی که این فاکتورها در سطوح مطلوبی باشند، خرفه به سرعت تعداد زیادی کپسول تولید می‌کند(زیمرمن، ۱۹۷۶). دان (۱۹۷۰) اثرات کیفیت نور را در رشد و توسعه خرفه مطالعه کرد و متوجه شد که افزایش شدت نور و دما رشد خرفه را تحریک می‌کند و عملکرد این گیاه در زیر نور سفید بیشتر می‌باشد و به دنبال آن نور سبز، آبی، قرمز و نور زرد قرار دارد.

۲-۱۲-استفاده خرفه در مواد غذایی در مناطق ایتالیایی

در منطقه پیدمونت ایتالیا این گیاه در سالاد به صورت پخته شده (مانند اسفناج) مصرف می‌شود اما اعتقاد بر این است که بهتر است با روغن و سرکه مصرف شود. سیلا(۱۹۹۲)به استفاده از برگ‌ها و ساقه‌های برگدار در سالاد یا سوپ هنگامی که گیاه به مرحله گلدهی نرسیده باشد اشاره دارد. در منطقه لاتزیو همین گیاه به سالاد اضافه شده و دلیل آن طراوت و مدر بودن این گیاه می‌باشد. کانیوا و همکاران (۱۹۹۸)گزارش کردند در منطقه باسی‌لاکاتا از برگ‌های خام در سالاد مخلوط استفاده شده که به آن، طعم کمی ترش می‌دهد. در منطقه ساردینیا، برگ‌ها در مخلوط سالاد با سرکه، پخته شده و یا به صورت ترشی مصرف می‌شوند(آتزی، ۲۰۰۳). در منطقه کالابریا اندام هوایی این گیاه جهت تهیه ترشی استفاده می‌شود.

در سیسیلی، استفاده از این گیاه به صورت پخته شده می‌باشد(پیکچی و همکاران، ۲۰۰۵). در حالی که لینتینی و ونزا (۲۰۰۷) مصرف این گیاه را در سالاد با گوجه فرنگی، خیار و یا در سوپ گزارش کرده‌اند. در برونته، این گیاه قبل از گلدهی در سالاد همراه با روغن، سرکه و نمک مصرف می شود.

۲-۱۳-ماده موثره و خواص دارویی خرفه

تمام قسمت‌های این گیاه از ریشه تا ساقه، از برگ ها تا دانه دارای خاصیت دارویی است. به نظر دوک(۲۰۰۲)گیاه خرفه در زمینه دارویی دارای اثرات بسیار مهمی است و این گیاه را به عنوان غذایی دارویی(مانند اسفناج)در نظر می‌گیرد. همچنین تامارو(۱۹۸۴)به ساپونین، موسیلاژ و ویتامین ث اشاره می‌کند. خرفه به عنوان یک منبع عالی از آنتی اکسیدان‌ها و ویتامین‌های آلفا توکوفرول، اسید آسکوربیک و بتا کاروتن و همچنین گلوتاتیون است. همچنین به عنوان یک منبع غنی از تعدادی اسیدآمینه مانند ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین، سیستین، فنیل آلانین، تیروزین، ترئونین و والین در نظر گرفته شده است(دخیل و همکاران، ۲۰۱۰). کانیوا و همکاران(۱۹۹۸)در این گیاه پروتئین‌ها، اسیدهای‌چرب، اسیداسپارتیگ، اسیدگلوتامیک، اسید سیتریک، اسیداگزالیک، مقادیر خوبی از ویتامین های A، B_6 ، C، پتاسیم، منیزیم، سدیم و گوگرد را تشخیص دادند. خرفه یکی از غنی‌ترین منابع گیاهی سبز اسیدهای چرب امگا۳ و اسیدلینولنیک است(سیموپلوس و سالم، ۱۹۸۶).

۲-۱۳-۱-مواد مغذی

این گیاه سرشار از ویتامین A است که یک آنتی‌اکسیدان طبیعی می باشد و نقش مهمی در سلامت غشاء سلول‌ها ایفا کرده و از سرطان ریه و حفره دهان محافظت می‌کند. خرفه حاوی بیشترین مقدار ویتامین A نسبت به دیگر سبزیجات برگ سبز می‌باشد. همچنین حاوی ویتامین C و ویتامین های گروه B مثل ریبوفلاوین، نیاسین و پیریدوکسین می‌باشد.

بیشترین مواد معدنی را مانند پتاسیم(۴۹۴میلی گرم) و پس از آن منیزیم(۶۸ میلی گرم)، کلسیم (۶۵ میلی گرم) ، فسفر(۴۴ میلی گرم) و آهن(۴۴ میلی گرم) در ۱۰۰ گرم وزن تر، فراهم می‌کند(یودین و همکاران، ۲۰۱۲).

۲-۱۳-۲-اسید چرب امگا۳

خرفه یکی از غنی‌ترین منابع گیاهی سبز اسیدهای چرب امگا ۳ است که کاهش‌دهنده سطح تری گلیسیرید و کلسترول می‌باشد. علاوه بر این، توانایی اسیدهای چرب امگا ۳ در کاهش غلظت خون در درمان بیماری‌های قلبی عروقی سودمند است(لیو و همکاران، ۲۰۰۰). برخلاف روغن ماهی با کلسترول و کالری بالا، خرفه منبع غنی اسیدهای چرب مفید امگا ۳ بدون کلسترول نسبت به روغن ماهی می‌باشد (سیریامورنیون و سوتاجیت، ۲۰۱۰). میزان بروز کم سرطان و بیماری‌های قلبی، در صورت مصرف خرفه احتمالا به علت اسیدهای چرب امگا ۳ خرفه است(دخیل و همکاران، ۲۰۱۱). خرفه بهتر است به عنوان سبزی سرشار از مواد معدنی و اسیدهای چرب امگا ۳ توسط انسان مصرف شود(ابدل مونیم و همکاران، ۲۰۱۱).

اسید چرب امگا ۳ یک پیش ماده از یک گروه خاص از هورمون‌ها می‌باشد و نقش مهمی را در محافظت از بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان، تعدادی از بیماری‌های مزمن و بطور کلی زندگی انسان ایفا می‌کند. برگ خرفه حاوی مقادیر بالاتر اسید آلفا لینولنیک، آلفا توکوفرول، اسید آسکوربیک و گلوتاتیون نسبت به برگ‌های اسفناج است. صدگرم برگ خرفه تازه در حدود۴۰۰-۳۰۰ میلی‌گرم اسید آلفا لینولنیک، ۱۲/۲میلی‌گرم آلفا توکوفرول، ۲۶/۶ میلی‌گرم اسید اسکوربیک، ۱/۹میلی‌گرم بتاکاروتن، ۱۴/۸میلی‌گرم گلوتاتیون است. خرفه دارای بیشترین مقدار آلفا لینولنیک(اسید چرب امگا۳) است که نسبت به هر گونه سبزیجات دیگر برای تغذیه انسان مهم‌تر می‌باشد. خرفه یکی از غنی‌ترین منابع اسید گاما لینولئیک(۴ میلی‌گرم درگرم وزن‌تر)نسبت به هر گونه گیاهی دیگر است همچنین حاوی مقدار کمی اسیدایکوزاپنتانوئک (۰/۰۱ میلی گرم بر گرم وزن تر) است(سیمپلوس و همکاران، ۱۹۹۲).

۲-۱۳-۳-آنتی اکسیدان‌ها

گزارش شده است که ویتامین C(اسیداسکوربیک) و بتا کاروتن به دلیل توانائیشان در خنثی کردن رادیکال‌های آزاد، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشند و پتانسیل جلوگیری از بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان را دارند(رنیسی و ناچادورین، ۱۹۹۳). برگ‌ها دارای بیشترین مقدار بتاکاروتن، اسیداسکوربیک بود و پس از آن گلها و ساقه قرار می‌گیرند(آلام و همکاران، ۲۰۱۴). وجود مقدار زیادی آنتی اکسیدان‌ها (ویتامین های A و C، آلفاتوکوفرول، بتاکاروتن و گلوتاتیون) و اسیدهای چرب امگا۳ و اثرات ضد میکروبی و همچنین استفاده از آن در درمان موضعی بیماری‌های التهابی نشان می‌دهد که به احتمال زیاد خرفه می‌تواند به عنوان یک ماده مفید آرایشی محسوب می‌شود(رنیسی و ناچادورین، ۱۹۹۳).

۲-۱۴-خواص درمانی خرفه

گروهی از نویسندگان به خرفه خواص ضد درد، ضد التهاب، ادرار آور، آرام بخش، ضد تب و کاهنده غریزه جنسی را نسبت داده‌اند و اغلب به خواص‌موسیلاژی آن اشاره کرده‌اند(کاتابیانی، ۱۹۹۶). پزشک انگلیسی بنام نیکلاس معتقد بود که دانه‌ها نسبت به برگ‌ها موثرتر است(بالرینی، ۲۰۰۸) و خواص آرایشی و بهداشتی دارد(مثلا از برگها برای مسواک زدن دندان ها استفاده می‌شد). همچنین خرفه در دامپزشکی استفاده می‌شد. در قرن هجدهم عصاره آبی گیاه همراه با گل رز قرمز برای درمان تب به اسب داده می‌شد (آتزی، ۲۰۰۳). بسیاری از خواص نسبت داده شده به خرفه متعاقبا توسط مطالعات فتوشیمیایی مدرن تأیید و گواهی شده است. خواص دارویی این گیاه عبارت از: شل کننده عضلانی، ضد تشنج، ضددرد و ضد التهاب است(چان و همکاران، ۲۰۰۰; رادهاک ریشنان، ۲۰۰۱). اخیرا، محتوای فعال کننده‌های زیستی کاتکول آمین، نورآدرنالین و دوپامین در خرفه مورد بررسی قرار گرفته است. در پرتو این مطالعات اخیر در چین لقب گیاه با عمر طولانی به

خرفه داده شده است(چن و همکاران، ۲۰۰۳). شاخ و برگ گیاه، قبل از میلاد مسیح برای درمان اسکوربوت مصرف می‌شد.

این گیاه به صورت خام به عنوان ضد درد برای روده، معده و درد کلیه و یا به صورت پخته شده برای درمان کرم‌ها و بواسیر مصرف می‌شد. عصاره آبی درمانی برای تب و کاهنده غریزه جنسی بود و بعد از میلاد مسیح برای درمان زخم دهان، لثه‌ها و همچنین برای رفع دندان درد جویده می‌شد. برای درمان التهاب چشم و به عنوان ضد درد برای سردرد و درد مثانه استفاده می‌شد. دم کرده برگ‌ها و دانه‌های آن جهت اسهال خونی و عفونت ادراری مصرف می‌شد. برگ‌های تازه آن همراه با آرد ذرت برای زخم ها بکار برده می‌شد(آتزی، ۲۰۰۳). به طورکلی خرفه گیاهی خنک کننده، ضد باکتری، ضد دیابت، کاهنده غریزه جنسی، آرام بخش و ادرار آور می‌باشد(بلوس، ۱۹۸۳). شاخ و برگ گیاه به عنوان تسکین دهنده درد معده، برای سوختگی و رفع التهاب چشم بکار برده می‌شود(کوئیسومبینگ، ۱۹۷۸). به جز ریشه، کل گیاه به عنوان ضد باکتری، ضد التهاب استفاده می‌شود.

خرفه در درمان اسهال خونی، سوزش ادرار استفاده شده و ضماد برگ‌های تازه آن در درمان ورم پستان، جوش و زخم استفاده می‌شود(سازمان سلامت جهانی، ۱۹۹۰). همچنین خرفه به عنوان یک خنک کننده و جایگزینی در درمان اسکوربوت و بیماری‌های کبدی عمل می‌کند(دروری، ۱۸۷۳). استفاده از این گیاه به عنوان یک سبزی، ادویه و گیاه دارویی از زمان مصریان باستان شناخته شده و در انگلستان طی قرون وسطی محبوب بود(لانسکا، ۱۹۹۲). برگ‌های ترش خرفه به عنوان سبزی استفاده می‌شوند. گیاه و دانه ها برای بیماری‌های کلیه، مثانه، سوزش ادرار، سوزاک و بیماری‌های ریه استفاده می‌شوند. همچنین برای غشاء موکوسی روده مفید و در نتیجه علائم ناراحت کننده اسهال‌موکوسی را هنگامی که در ترکیب با دیگر داروهای مشابه طبیعی استفاده می‌شود تسکین می‌دهند، به خصوص(نادکارنی، ۱۹۹۹). گفته می‌شود دانه‌ها به عنوان یک ضد کرم مورد استفاده قرار می‌گیرند و برای تنگی نفس مفید می‌باشند(دروری، ۱۸۷۳).

۲-۱۵-تنش‌های محیطی

تحمل در برابر تنش‌های محیطی چه در سطح سلول و چه در کل گیاه پدیده ای بسیار پیچیده می‌باشد(اشرف و فولاد، ۲۰۰۷). این پیچیدگی تا حدی مربوط به اثرات متقابل بین عوامل ایجاد تنش و پدیده‌های مختلف مولکولی، شیمیایی و فیزیولوژیکی تاثیرگذار بر رشد و نمو گیاهان است(ژو، ۲۰۰۲). لذا امروزه تلاش برای تولید گیاهان مقاوم به تنش‌های محیطی راهی امید بخش می‌باشد. از این رو تولید گیاهانی با قابلیت تحمل در برابر تنش‌ها نیازمند اطلاع از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و کنترل ژنتیکی و سایر ویژگی‌های مرتبط در مراحل مختلف نموی گیاه است. در دو دهه اخیر تحقیقات بیوتکنولوژی، اطلاعات قابل توجهی در مورد مکانیسم‌های تحمل گیاهان در سطح مولکولی در برابر تنش ها فراهم آورده است. اگرچه مکانیسم‌های تحمل به تنش ممکن است از گونه ای به گونه دیگر و نیز در مراحل مختلف نموی متفاوت باشد(اشرف و فولاد، ۲۰۰۷)، ولی پاسخ‌های اصلی سلولی به تنش‌های مختلف زیستی در بین گونه‌های مختلف گیاهی یکسان است.

به علاوه عوامل ایجاد تنش‌های مختلف غیر زنده می‌توانند موجب تحریک تنش اسمزی، تنش اکسیداتیو، تحریک تولید پروتئین‌های مربوط به تنش و نیز تسهیل عملکرد سیستم‌های جاروب کننده[1] رادیکال‌های فعال اکسیژن گردد (ژو، ۲۰۰۲). یکی از عمومی‌ترین پاسخ ها به تنش در گیاهان تولید انواع مختلفی از ترکیبات آلی سازگار است (سراج و سینکلر، ۲۰۰۲). این ترکیبات وزن مولکولی پایین داشته و غیرسمی هستند و موجب افزایش غلظت شیره سلولی می‌شوندکه نهایتا گیاهان را از تنش‌های غیرزیستی مختلف محافظت می‌کنند. مکانیسم عمل آنها درنهایت منجر به تنظیم‌اسمزی، سمیت‌زدایی و حفظ انسجام غشاء می‌شوند. این مواد در واکنش‌های بیوشیمیایی نرمال دخالت ندارند و در عوض جایگزین آب در واکنش‌های بیوشیمیایی می‌گردند(پاریدا و بندهوداس، ۲۰۰۴). از طرف دیگر از آنجایی که برخی از این مواد می توانند ترکیبات سلولی را از آسیب دهیدراسیون محافظت

1-Scavenging
2- Osmo Protectants

کنند، به آنها حفاظت کننده های اسمزی[۲] نیز می‌گویند. این ترکیبات انواع مختلفی داشته و شامل پرولین، سالیسیلیک اسید، ساکارز، پلی یول‌ها، تری هالوزها و ترکیبات آمونیوم چهار تایی(QACs)[۳] مانند بتائین‌گلایسین، آلانین بتائین، پرولین، بتائین و غیره می‌باشند(هانسون، ۱۹۹۳). در ادامه یکی از مهم ترین تنش‌های محیطی(تنش خشکی) و حفاظت کننده‌های اسمزی(سالیسیلیک اسید)به تفضیل شرح داده می‌شود.

۲-۱۶- تنش خشکی

خشکی عمده‌ترین تنش محیطی و مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید محصولات زراعی در سرتاسر جهان است که به طور تقریبی تولید را در ۲۵درصد از اراضی جهان محدود می‌کند(باکم و همکاران، ۲۰۰۷). در ایران تنش خشکی مهم ترین عامل محدودکننده تولیدات زراعی است(امام و همکاران، ۱۳۸۶). بطور کلی خشکی یک اصطلاح اقلیمی است و شاخص‌های مختلفی دارد و به معنای دوره‌ای است که در آن مقدار بارندگی کمتر از مقدار تبخیر و تعرق باشد. چون کمبود باران باعث تنش کمبود آب می شود، لذا تنش خشکی برای مواردی که تنش در اثر عدم وقوع بارندگی مفید ایجاد شده بکار می‌رود. زمانی که گیاه به طور مصنوعی در معرض کمبود آب قرار داده شود در این صورت تنش ایجاد شده با واژه"تنش کمبود آب" توصیف خواهد شد(سرمدنیا، ۱۳۷۴). یکی از عوامل محدودکننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک، تنش کمبود آب در مراحل رشد است. خشکی روند و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (استوکر، ۱۹۶۰). طبق تعریف آمبرژه مناطقی را نیمه خشک می‌نامند که بارندگی سالیانه آنها بین ۲۵۰ تا ۴۰۰ میلیمتر باشد. بلوم (۱۹۸۸)معتقد است تنش‌های محیطی در مزرعه اغلب به صورت کمبود عواملی نظیر آب، مواد غذایی و حرارت ظاهر می‌شود. خشکی به عنوان کمبود رطوبت قابل استفاده خاک به اندازه‌ای که موجب کاهش رشد گیاه شود، تعریف می‌شود و مهمترین تنشی است که رشد و توسعه گیاهان زراعی

3 - Quadratic Amonium Compounds

را محدود می‌کند(ریدی و همکاران، ۲۰۰۴: ویو و همکاران، ۲۰۰۸). خشکی روی اکثر مراحل رشد گیاه، ساختار اندام و فعالیت آنها آثار مخرب و زیان آوری وارد می‌سازد(یاماگوچی، ۲۰۰۲). تغییراتی که در حین تنش‌خشکی در رشد گیاه رخ می‌دهد به دلیل تغییرات کاهش پتانسیل آب می‌باشد. که سبب کاهش پتانسیل تورگر میشود، از آنجایی که توسعه و رشد سلول‌ها به پتانسیل تورگر وابسته است، رشد سلول‌ها کاهش یافته و اندازه سلول‌ها کوچکتر می‌شود(سیرام و همکاران، ۲۰۰۲). خشکی در نتیجه بارندگی کم، دمای زیاد و وزش باد حادث می‌شود و واکنش گیاه نسبت به آن، بستگی به مرحله‌ای از رشد دارد که خشکی در آن رخ می‌دهد(خدابنده، ۱۹۹۱).

۲-۱۷- واکنش گیاهان به تنش خشکی

به منظور بهبود بهره‌وری محصولات کشاورزی، لازم است درکی از مکانیسم واکنش گیاه به شرایط خشکی با هدف نهایی بهبود عملکرد محصول در مناطق گسترده‌ای از جهان که در آن بارش محدود و یا غیر قابل اطمینان است داشته باشیم. تنش های محیطی بطور وسیعی در رشد، تمایز و متابولیسم گیاهان موثرند. گیاهان واکنش‌های مختلفی به تنش از نظر مورفولوژیک، فیزیولوژیک، آناتومیک، سلولی و ملکولی نشان می‌دهند(چیمنتی، ۲۰۰۲). خسارت بسته به نوع گیاه، رقم، طول مدت تنش، شدت تنش و مرحله‌ای از رشد گیاه که تنش در آن اتفاق می‌افتد، متفاوت است.

بر اساس گزارش هسیائو(۱۹۷۳) واکنش‌های گیاه به تنش خشکی شامل مکانیسم‌های زیر است:

۱- کاهش پتانسیل آب یا فعالیت آب سلولی.

۲- کاهش فشار تورژسانس سلول.

۳- تراکم مولکول‌های کوچک و درشت، هنگامی که حجم سلول در اثر کاهش فشار آماس تقلیل می‌یابد.

۴- به هم خوردن روابط فضایی پلاسمایی، تونوپلاست و غشاهای ارگانلی در اثر تغییرات حجمی.

۵- تغییر در ساختمان و شکل ماکرومولکول‌ها با حذف آب هیدراسیون و یا از طریق تغییر ساختمان آب پیوندی.

کاهش مقدار آب قابل دسترس گیاه منجر به تنش‌خشکی و بروز تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی متعددی در گیاه می‌شود(آلیستر و همکاران، ۱۹۹۵). کاهش پتانسیل آب در شرایط تنش خشکی سبب تغییر در غشای سلول شده و در نتیجه باعث افزایش نشت الکتریکی می‌گردد(بلوم و امرسون، ۱۹۸۱). یکی از مکانیسم‌های کارآمدی که گیاه هنگام مواجه با خشکی، برای حفظ تورژسانس و آماس سلولی به کار می‌گیرد، تنظیم‌اسمزی است(واجرابهایا و همکاران،۲۰۰۱). در طی این فرایند فیزیولوژیک، پتانسیل‌اسمزی بافت‌های تحت تنش، در اثر انباشت یکسری مواداسمزی در سلول‌ها کاهش می‌یابد و بنابراین فشارتورژسانس سلول‌ها در حد مطلوب نگهداری می‌شود(والنتویک و همکاران، ۲۰۰۶). این مواد اسمزی به طور عمده شامل برخی از عناصر(سدیم، پتاسیم، کلسیم) و برخی متابولیت‌ها نظیر قندها (مونوساکاریدها)، اسیدهای آمینه(پرولین) و اسیدهای آلی می‌باشد(ابدل جلیل و همکاران، ۲۰۰۷). پرولین به عنوان یک اسمولیت در حفاظت از ساختمان ماکرومولکولها موثر است. پرولین اسیدآمینه‌ای است که پس از تنش کم آبی در سیتوپلاسم سلول برگ‌ها تجمع می‌یابد(جلیل و همکاران، ۲۰۰۷).

در رابطه با پرولین نظرات متفاوتی به عنوان یک عامل جهت ایجاد تحمل به تنش خشکی مطرح شده است. هانسون و همکاران(۱۹۹۹)نشان دادند که بین تجمع پرولین و تحمل یا سازگاری به خشکی همبستگی منفی وجود دارد. برخی محققین نشان دادند که پرولین به عنوان یک عامل مثبت در رابطه با سازگاری در شرایط تنش در گیاهان مطرح است(نصیرخان و همکاران، ۲۰۰۷). سیچین و همکاران (۲۰۰۶) نتیجه گرفتند که در شرایط تنش میزان تجمع قندهای محلول و نشاسته در برگ افزایش می‌یابد. یکی از وظایف اصلی قندها شرکت در متابولیسم گیاه است، بعلاوه قندها می‌توانند به عنوان یک سیستم دفاعی در زمان وقوع تنش، فشار آماس را در سطح بالایی نگه دارند(کوزنیتسو و

شیویانکوا، ۱۹۹۷). با این حال در زمان تنش میزان تولید و یا تجمع پرولین و قند محلول در قسمت‌های مختلف گیاه متفاوت است. گیاهان برای مقابله با تنش اکسیدان ناشی از رادیکال‌های فعال اکسیژن، دارای سازوکارهای آنتی اکسیدان غیر آنزیمی شامل گلوتاتیون، آسکوربیک و آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی شامل آسکوربات پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و گلوتاتیون رداکتاز می‌باشد(هسو و کاو، ۲۰۰۳).

به طورکلی رفتار گیاه در برابر تنش خشکی را می توان به سه مکانیسم اجتناب از کمبود آب، تطابق رشد(فرار از خشکی) و تحمل کبود آب تقسیم کرد(حکمت شعار، ۱۳۷۲).

۱- فرار از خشکی: توانایی گیاه زراعی از نظر تکمیل چرخه زندگی خود قبل از توسعه کمبود آب و یا به صورت حالت رکود و در نتیجه زنده ماندن در فصل خشک می‌باشد(می و میلتورپ، ۱۹۶۲؛ لویت، ۱۹۸۰). فرار از خشکی زمانی اتفاق می‌افتد که توسعه فنولوژیکی با دوره‌های رطوبت قابل دسترس خاک تطبیق پیدا می‌کند. در این زمان فصل رشد کوتاه تر شده، که نهایتا سبب غلبه به تنش‌خشکی می‌شود(آرائوس و همکاران، ۲۰۰۲).

۲-تحمل به خشکی: گیاه به دو طریق خشکی را تحمل می نماید:

۲-۱- اجتناب از پسابیدگی: توانایی گیاه زراعی در تحمل دوره خشکی طولانی است و از طریق ادامه جذب آب، حفظ آب به مقدار زیاد در بافت‌های خود و یا کاهش در میزان اتلاف آب از گیاه تحقق می یابد.

۲-۲- تحمل پسابیدگی: توانایی گیاه زراعی در تحمل خشکی طولانی، با وجود مقدار آب کم در بافت‌های خود می باشد(می و میلتورپ، ۱۹۶۲؛ لویت، ۱۹۸۰).

۲-۱۸-تاثیر تنش‌خشکی بر فرایندهای رشدی گیاه

۲-۱۸-۱-جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه

حساس‌ترین مراحل به تنش‌های محیطی در بسیاری از گیاهان زراعی، مراحل جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه است. بذرهایی که در شرایط تنش، جوانه‌زنی بهتری داشته باشند، در مراحل بعدی رشد، گیاهچه‌هایی با بنیه بهتر و سیستم ریشه‌ای قوی‌تر تولید می‌کنند(الشرکوی و همکاران، ۱۹۸۹). گیاهان در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه حساسیت بیشتری به تنش‌های محیطی از جمله خشکی و شوری دارند. خشک شدن سریع سطح خاک بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پنبه مؤثر بوده است(تاسلی و کاسناو، ۲۰۰۳).

۲-۱۸-۲-برگ

برگ‌ها اندام اصلی دریافت نور و فتوسنتز در گیاهان زراعی می‌باشند. توسعه سطح برگ‌ها در ابتدای فصل رشد موجب می‌شود که نورخورشید با کارآیی بیشتری مورد استفاده قرار گیرد. سرعت ایجاد و گسترش سطوح برگی در تولید محصول بسیار مهم است. علاوه بر آن عملکرد و دوام سطح برگ نیز با هم همبستگی نشان می‌دهند. دوام سطح برگ عامل مهمی در میزان فتوسنتز گیاه محسوب می‌شود و برآورد مناسبی را از اندازه و دوام سیستم فتوسنتزی به نمایش می‌گذارد(کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۲). کرم و همکاران(۲۰۰۷)نشان داد که با افزایش تنش خشکی شاخص سطح برگ، عملکرد دانه و اجزای عملکرد سویا کاهش یافته است. یگاپان و همکاران(۱۹۸۲)نشان داد که تنش خشکی تعداد برگ، قطر طبق، سطح برگ، وزن هزاردانه و عملکرد دانه گیاه آفتابگردان را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد. تنش در مرحله رویشی موجب پژمردگی برگ، کاهش ارتفاع گیاه و کاهش در تعداد و سطح برگ گندم می‌شود(پاسی یورا و همکاران، ۱۹۹۳). تشدید کمبود آب در اوایل دوره رشد تا اواسط دوره گلدهی موجب کوچک شدن گیاه، گره‌های کمتر و شاخه‌های میوه‌دهنده و شاخص

سطح برگ کمتر در پنبه می‌شود(بورک و اوماهونی، ۲۰۰۱). تنش رطوبتی در زمان نمو دانه در گندم موجب پژمرده شدن برگ‌ها و کاهش شدید فتوسنتز شد (واردلاو، ۱۹۶۷). محدودیت رطوبت در خاک از طریق کاهش سطح برگ و متعاقب آن کاهش فتوسنتز و کاهش انتقال مواد به ریشه گیاهان زراعی مؤثر خواهد بود(سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). در شرایط کمبود آب، سطح آبسیزیک اسید در ریشه‌ها افزایش یافته و از ریشه‌ها به برگ‌ها منتقل می‌شود. یعنی جایی که بسته شدن روزنه را القا می‌کند. در نتیجه با بسته شدن روزنه‌ها تعرق کم می‌شود. در گیاهان نخستین علائم کمبود آب با بسته شدن روزنه‌ها ظهور می‌کند. بنابراین آبسیزیک اسید تولیدی به عنوان یک علامت تنش خشکی، هدایت روزنه ای را تنظیم می‌کند(تاردیو و همکاران، ۱۹۹۲).

۲-۱۷-۳- کلروفیل و فتوسنتز

کلروفیل از جمله عمده ترین ماکرومولکول‌ها هستند که تنش‌های محیطی از جمله خشکی، شوری، نوری، حرارتی و فلزات سنگین آسیب می‌بیند. کلروفیل‌ها مهم‌ترین رنگدانه‌های جذب کننده نور در غشاهای تیلاکوئیدی نیز می‌باشد. علاوه بر کلروفیل‌ها، گیرنده‌های مکمل نوری دیگری به نام کارتنوئیدها وجود دارد که پلی هیدروکربن‌های اشباع نشده‌ای می باشد که ۲ تا ۴ درصد وزن خشک کلروپلاست‌ها را تشکیل داده و قادر به جذب نور در طول موجی هستند که توسط کلروفیل‌ها جذب نمی‌گردد(هاموت و بابانی، ۲۰۰۰). میزان کلروفیل در گیاهان یکی از فاکتورهای مهم در حفظ ظرفیت فتوسنتزی است(جیانگ و هانگ، ۲۰۰۱). محمدین و همکاران (۲۰۰۶) ارقامی از آفتابگردان را که دارای میزان بیشتری کلروفیل بودند، بعنوان ارقام مقاوم تر به تنش‌های محیطی شناسایی کردند. یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش کلروفیل، تخریب آن‌ها توسط گونه‌های اکسیژن فعال می‌باشد.

کاهش فعالیت فتوسیستم II، کاهش فعالیت آنزیم روبیسکو و مهار سنتز ،ATP باعث می‌شود که تشکیل گونه‌های اکسیژن آزاد در کلروپلاست افزایش یابد(لاولور و کورنیک، ۲۰۰۲)یکی دیگر از عوامل کاهش کلروفیل‌ها، رقابت آنزیم گلوتامیل‌کیناز(آنزیم کاتالیز کننده پرولین) و آنزیم گلوتامات

لیگاز(اولین آنزیم مسیر بیوسنتز کلروفیل)در شرایط تنش‌خشکی می‌باشد که باعث شده تا پیش ساز گلوتامات، بیشتر به مصرف پرولین برسد و در نتیجه بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه می‌شود(رامک و همکاران، ۱۳۸۴). عوامل محدودکننده فتوسنتز در شرایط تنش در دو گروه کلی قرار دارند: عوامل محدودکننده روزنه ای که منجر به کاهش انتشار CO_2 به فضای بین سلولی می‌شوند و عوامل محدودکننده غیرروزنه‌ای که از طریق اثر کمبود آب بر فرآیندهای بیوشیمیایی فراوری کربن را محدود می‌کنند. گیمنز و همکاران(۱۹۹۲) گزارش‌گردند که کاهش فتوسنتز در برگ‌های آفتابگردان تحت تنش‌خشکی به عوامل روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای مرتبط می‌باشد، اما در گزارش‌های دیگر عنوان شده که کاهش در فتوسنتز تحت رژیم‌های مختلف خاک، بیشتر بواسطه کنترل غیر روزنه‌ای فتوسنتز می‌باشد.

تنش‌خشکی موجب کاهش فتوسنتز برگ‌ها و در نتیجه کاهش تجمع ماده خشک و رشد گیاه شده(اسکات، ۱۹۸۴) و در مرحله پرشدن دانه باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد. کاهش کلروفیل به عنوان عامل محدودکننده غیر روزنه‌ای فتوسنتز محسوب می‌شود(صالحی، ۲۰۰۴)که در تنش‌خشکی شدید به دلیل فزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز (مجوندار و همکاران، ۱۹۹۱) و پراکسیداز(اشرف و همکاران، ۱۹۹۴) اتفاق می‌افتد. گاستونگای و مارکاهارات (۱۹۹۲) اظهار داشتند که واکنش اولیه لوبیا به تنش رطوبتی بسته شدن روزنه‌ها می‌باشد که موجب کاهش سرعت فتوسنتز تحت این شرایط و کاهش فشار جزئی دی اکسیدکربن داخل برگ می‌شود.

۲-۱۷-۴-گلدهی و عملکرد دانه

پاک‌نژاد و همکاران(۲۰۰۶)مراحل گلدهی و دانه‌بندی را حساس‌ترین مراحل به تنش عنوان کردند. هومن و همکاران(۱۹۹۸)نشان داد که تنش‌خشکی در مرحله گلدهی، گرده افشانی و پر شدن دانه در آفتابگردان باعث بیشترین کاهش عملکرد دانه می‌شود. یگاپان و همکاران(۱۹۸۲)نشان داد که تنش‌خشکی تعداد برگ، قطر طبق، سطح برگ، وزن هزاردانه و عملکرد دانه آفتابگردان را به طور قابل

توجهی کاهش می‌دهد. هومن و همکاران(۱۹۹۸)نشان داد که تنش‌خشکی در مرحله گلدهی، گرده افشانی و پر شدن دانه در آفتابگردان باعث بیشترین کاهش عملکرد دانه می‌شود.

۲-۱۸- اسید سالیسیلیک

نام سالیسیلیک‌اسید از کلمه سالیکس، نام علمی درخت بید گرفته شده است(راسکین، ۱۹۹۲). در سال۱۸۲۱، یوهان بوخنر که در آلمان کار می‌کرد، اولین کسی بود که مقادیر مشخصی از سالیسیلین را جدا ساخت. این ماده شامل مقداری الکل‌گلیکوزید سالیسیل و سالیسیلات غالب در پوست بود(هایات و همکاران، ۲۰۱۰). سالیسیلیک اسید یا ارتوهیدرکسی‌بنزوئیک‌اسید ترکیبی فنلی است باشد که دارای یک حلقه آروماتیک به همراه یک گروه هیدروکسیل با مشتقات وابسته‌اش می‌باشد(راکسین، ۱۹۹۲)، که به صورت درونی توسط سلول‌های ریشه یا میکروارگانیسم‌های مختلف تولید می‌شود و به اشکال‌مختلف در سطح برگ، اطراف سلول‌های ریشه و بطورکلی در سراسر گیاه بطور گسترده‌ای وجود دارد(بزروکوا و همکاران، ۲۰۰۱). سالیسیلیک‌اسید یک ترکیب شبه هورمونی است که معمولا با اثر بر هورمون‌های اتیلن و آبسیزیک اسید بر رشد و نمو گیاهان اثر می‌گذارد و در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد و تکامل گیاه، جذب‌یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی نقش عمده ای را ایفا می‌کند. همچنین این ماده یک نشانگر مولکولی قوی در پاسخ به تنش‌های زنده و غیر زنده محیطی به شمار می‌رود(نونومورا و بنسون، ۱۹۹۲). سالیسیلیک اسید به صورت پودرکریستاله سفیدرنگ وجود دارد که نقطه ذوب آن ۱۵۷ تا ۱۵۹ درجه سانتی‌گراد، pH آن ۲/۴ و سوزش آورمی‌باشد.

فرمول مولکولی این ماده $C_7H_6O_3$ می‌باشد. جرم مولکولی آن ۱۳۸/۱۲ گرم بر مول و چگالی آن ۱/۴۴۳ گرم بر سانتی متر مکعب است. یکی از مشتقات اسیدسالیسیلیک، استیل اسیدسالیسیلیک یا آسپیرین می‌باشد که پس از جذب سریعاً به اسید سالیسیلیک تبدیل می‌شود (استیچر و همکاران، ۱۹۹۷). سالیسیلیک اسید به دلیل داشتن گروه(OH–) هیدروکسیل آزاد روی حلقه بنزوئیک اسید

قادر به کلاته کردن فلزات می‌باشد بنابراین با کلاته کردن آهن موجود در آنزیم ACC اکسیداز(۱- آمینو سیکلوپروپان ۱- کربوکسیلات اکسیداز) موجب بلوکه کردن این آنزیم و در نهایت مهار بیوسنتز اتیلن می‌شود(راکسین، ۱۹۹۲). سالیسیلیک اسید معمولا با اثر بر روی هورمون های اتیلن (الطیب، ۲۰۰۵) و آبسیزیک اسید (سنارانتا، ۲۰۰۲) بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و رشد گیاه را تنظیم می‌کند. دولت آبادیان و همکاران(۲۰۰۷) بیان کردند القای گلدهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، تاثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌های مهم سالیسیلیک اسید بشمار می‌رود.

وقتی اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های مناسب اعمال می‌شود، این هورمون باعث بالا رفتن توان سیستم آنتی‌اکسیدانت بافت‌های گیاهی از طریق فعال کردن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت سوپراکسید دیس موتاز و کاتالاز می‌شود(کائو و همکاران، ۲۰۱۰؛ لیو و همکاران، ۲۰۱۲). سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش بعضی از هورمون‌های گیاهی شامل اکسین، سیتوکینین، اسید آبسزیک، پرولین و کاهش نشت یونی از سلول‌های گیاهی می‌گردد. سالیسیلیک اسید سبب افزایش مقاومت به شوری در گیاهچه‌های گندم و همچنین سبب ایجاد تحمل به تنش شوری در دو لپه‌ای‌ها از جمله لوبیا نیز می‌گردد. اسید سالیسیلیک، یک مولکول سیگنالی اساسی در مقاومت به بیماری‌ها در گیاهان در پاسخ به حملات پاتوژنی گوناگون است(انیدی و همکاران، ۱۹۹۲؛ آلورز، ۲۰۰۰) و در مقاومت به محدوده وسیعی از تنش‌های اکسیداتیو در گیاهان نقش دارد. بطورکلی مولکول‌های پیام رسان مانند سالیسیلیک اسید تنظیم کننده‌های درونی رشد گیاه هستند که نقش مهمی در رشد و نمو گیاه و پاسخ به تنش‌های محیطی ایفا می‌کند(کوزلوسکی، ۱۹۹۹؛ کریلمان، ۱۹۹۵).

مکانیسم عمل سالیسیلیک اسید در برابر تنش‌ها به نقش آن در تنظیم آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات دارای گونه‌های اکسیژن فعال در گیاه بر می‌گردد(شی و زو، ۲۰۰۸). سالیسیلیک اسید باعث طویل شدن سلول ها و تنظیم تقسیم و مرگ سلولی شده و در واقع بین رشد و پیری تعادل ایجاد می‌کند(پوپوا، ۱۹۹۷). بالک و هاپر در سال ۱۹۸۱در تحقیقی بر روی بافت های ریشه جو دو سر

گزارش کردند که میزان مهارکنندگی سالیسیلیک اسید به غلظت SA و pH وابسته است. زیرا جذب سالیسیلیک اسید تحت تاثیر pH است بطوریکه با کاهش pH خاصیت مهارکنندگی سالیسیلیک اسید افزایش می‌یابد(الطیب، ۲۰۰۵؛ راسکین،۱۹۹۲). به عقیده مظاهری تیرانی و همکاران(۱۳۸۷)اسید سالیسیلیک در غلظت‌های یک میلی مول و پایین‌تر به عنوان ترکیب ضد تنشی موجب کاهش اثرات اکسیداتیو ناشی از تولید اتیلن می‌شود ولی غلظت ۱/۵میلی مول اسید سالیسیلیک اثرات تنشی ناشی از اتیلن را تشدید می‌کند. البته گزارش شده است که این ماده در غلظت‌های بیشتر از یک میلی‌مول در رفع آسیب‌های ناشی از تنش اکسیداتیو طی جوانه‌زنی دخالت دارد(لوپز و همکاران، ۱۹۹۹).

فریدودین و همکاران(۲۰۰۳)گزارش کردند که تجمع ماده خشک در کلزا هنگامی که غلظت‌های پایین‌تر سالیسیلیک اسید پاشیده شد، به طور قابل توجهی افزایش یافته است. با این حال غلظت‌های بالاتر سالیسیلیک اسید اثر مهارکنندگی داشت. عملکرد میوه در خیار و گوجه فرنگی که با غلظت‌های پایین‌تر سالیسیلیک اسید محلول‌پاشی شدند به طور قابل توجهی افزایش یافته است (لارکوساودرا و مارتین میکس، ۲۰۰۷). گزارش‌هایی از اثر سالیسیلیک اسید بر افزایش عملکرد در برخی از گیاهان مانند سویا، لوبیا چشم بلبلی و نخود فرنگی ارائه شده‌است(مجد و همکاران، ۲۰۰۶). در مطالعه‌ای دیگر محلول پاشی سالیسیلیک اسید در سویا گلدهی و تشکیل غلاف را افزایش داده است(کومار و همکاران، ۱۹۹۹). این واقعیت به خوبی نشان داده شده است که سالیسیلیک اسید به طور بالقوه ای بر طیف گسترده‌ای از پاسخ‌های متابولیک در گیاهان و همچنین بر پارامترهای فتوسنتزی افزایش‌دهنده رشد گیاه و عملکرد تاثیر می‌گذارد(جواهری و همکاران، ۲۰۱۲). گزارشات متعددی مبنی بر نقش اسیدسالیسیلیک بر کاهش اثرات ناشی از تنش‌ها وجود دارد. اسید سالیسیلیک با اثر بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند کاتالاز(اسلای مارکر و همکاران، ۲۰۰۲)، سوپراکسید دیسموتاز، پلی‌فنل اکسیداز(دت و همکاران، ۱۹۹۸)، پراکسیدازها(الطیب، ۲۰۰۵) و متابولیت‌هایی مانند آسکوربیک اسید(دت و همکاران، ۱۹۹۸؛ اسلای مارکر و همکاران، ۲۰۰۲) و گلوتاتیون (دت و همکاران، ۱۹۹۸)اثرات ناشی از تنش‌های خشکی(سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۲)، گرما(دت و همکاران، ۱۹۹۸)،

سرما(تاسجین و همکاران، ۲۰۰۳)، شوری(الطیب، ۲۰۰۵)، فلزات سنگین(چادوری و پاندا، ۲۰۰۴) و بیماری‌های گیاهی(دیویس، ۲۰۰۵) را کاهش می‌دهد.

۲-۱۸-۱-بیوسنتز اسید سالیسیلیک

سالیسیلیک‌اسید از مجموعه‌ای از مولکول‌های مختلف تشکیل شده است(ابراهیم و تاورس، ۱۹۵۹). آنزیمی که فرآیند متابولیسم اسید سالیسیلیک به ترکیب بتا- گلوکوزید اسیدسالیسیلیک را کاتالیز می‌کند، اسیدسالیسیلیک-گلوکوزیل ترانسفراز(Gtase) نام دارد(یالپانی و همکاران، ۱۹۹۴). اسیدسالیسیلیک می‌تواند به ۲ و ۳-د هیدرو بنزوئیک‌اسید یا ۲ و ۵- د هیدرو بنزوئیک اسید متابولیزه شود(هایات و همکاران، ۲۰۱۰).

ترکیبی از اسیدسالیسیلیک به نام بتا-گلوکوزید- اسیدسالیسیلیک در ریشه‌های گیاهچه‌های یولاف شناسایی شده است(هایات و همکاران، ۲۰۱۰). حدود سال ۱۹۶۰پیشنهاد شد که اسیدسالیسیلیک در گیاهان از اسیدسینامیک و توسط دو مسیر مهم سنتز می‌شود. یکی مسیر دکربوکسیلاسیون اسید سینامیک از اسید بنزوئیک است که برای مثال در برنج(هایات و همکاران، ۲۰۱۰)وجود دارد. مسیر دیگر،۲- هیدروکسیلاسیون از سینامیک اسید به اُ- کوماریک اسید و سپس دکربوکسیله شدن به اسید سالیسیلیک است که توسط آنزیم ترانس- سینامات-۴-هیدروکسیلات کاتالیز می‌شود و ابتدا در گیاهچه‌های نخودفرنگی مشاهده شده است(هایات و همکاران، ۲۰۱۰).

۲-۱۸-۲-نقش سیگنالی سالیسیلیک اسید

سالیسیلیک‌اسید، یک هورمون گیاهی است که به طور طبیعی به عنوان یک مولکول سیگنال مهم، تحمل به تنش‌های غیر زیستی را افزایش می‌دهد و نقش بسیار حیاتی در رشد گیاه، جذب و انتقال یون ایفا می‌کند(خان و همکاران، ۲۰۰۳). گزارش شده است که سالیسیلیک اسید به عنوان یک مولکول سیگنال قوی در گیاهان در پاسخ به استرس‌های مختلف نقش دارد(پوپوا و همکاران، ۲۰۰۹).

سنتز اسید سالیسیلیک می‌تواند آزادانه در داخل و یا خارج سلول و بافت‌ها و اندامک‌ها صورت گیرد(هایات و همکاران، ۲۰۱۰) و در نهایت توسط رادیکال‌های آزاد اکسیژن و کلسیم تنظیم شود(چن و همکاران، ۲۰۰۱). در سال‌های اخیر، برخی از مطالعات نشان داده‌اند که اسید سالیسیلیک می‌تواند رشد، عملکرد و کیفیت گیاه را افزایش دهد (خوداری، ۲۰۰۴).

۲-۱۸-۳-اثر سالیسیلیک اسید بر رشد و تولید

سالیسیلیک‌اسید(SA) و سایر سالیسیلات‌ها در بررسی فعالیت‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان شناخته شده‌اند و نقش کلیدی در تنظیم رشد و تولید ایفا می‌کنند(هایات و همکاران، ۲۰۱۰). سالیسیلیک اسید به عنوان یک تنظیم‌کننده درونی رشد است که سطح برگ و تولید ماده خشک در ذرت و سویا را افزایش می‌دهد(خان و همکاران، ۲۰۰۳). افزایش قابل توجهی در رشد، محتوای رنگدانه و میزان فتوسنتز در ذرت محلول‌پاشی شده با اسید سالیسیلیک مشاهده شده است. اراسلان و همکاران (۲۰۰۷)گزارش کردند که با کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک رشد، فرایند فیزیولوژیک و فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه هویج تحت تنش شوری افزایش یافت. برخی از تحقیقات نشان داد که سالیسیلیک اسید، نفوذپذیری غشاء را افزایش داده و می‌تواند جذب و استفاده از مواد مغذی معدنی و حمل و نقل محصولات فتوسنتزی را تسهیل کند. همچنین به افزایش ظرفیت تولید بیوماس گیاهان تیمار شده کمک خواهد کرد که سبب افزایش قابل مشاهده در وزن تر و خشک می‌شود(انصاری، ۱۹۹۶). کاربرد خارجی اسیدسالیسیلیک به طور معنی‌داری اندازه و وزن دانه گندم را در مقایسه با شاهد افزایش داد(هایات و همکاران، ۲۰۱۰).

۲-۱۸-۴-اثر کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید بر فتوسنتز و روابط آبی

در شرایط تنش غیر زنده، اسید سالیسیلیک می تواند نقش مهمی در روابط آبی گیاه، فتوسنتز، رشد و تنظیم روزنه‌ها بازی کند(خان و همکاران، ۲۰۰۳ ؛ ارفان و همکاران، ۲۰۰۷). خوداری (۲۰۰۴)

افزایش قابل توجهی در رشد، محتوای رنگدانه و میزان فتوسنتز در ذرت محلول‌پاشی شده با اسید سالیسیلیک مشاهده کرد. اسید سالیسیلیک سنتز کاروتنوئیدها و زانتوفیل‌ها را فعال و سرعت فتوسنتز را در گندم افزایش داد و این افزایش همراه با کاهش رنگدانه‌های کلروفیل و نسبت کلروفیلa/b در گندم بود(هایات و همکاران، ۲۰۱۰). کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک موجب افزایش سرعت فتوسنتز، غلظت دی‌اکسیدکربن درونی، کارآیی مصرف آب، هدایت روزنه ای و نسبت تعرق در کلزا (فریدالدین و همکاران، ۲۰۰۳)شد. در تحقیقی دیگر، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک موجب افزایش کارآیی مصرف آب، نسبت تعرق و غلظت دی اکسید کربن درونی در سویا شد(کومار و همکاران، ۲۰۰۰).

۲-۱۸-۵-اثر سالیسیلیک اسید بر گیاهان در شرایط تنش

کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان، کاتالاز، پراکسیداز (POX) و سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)را در برخی گیاهان قرار گرفته در معرض تنش‌خشکی(هایات و همکاران، ۲۰۱۰) یا شوری(یوسف و همکاران، ۲۰۰۸) افزایش می‌دهد.کرانتو و همکاران(۲۰۰۸)گزارش کردند که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک در ذرت فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان مانند آسکوربات پراکسیداز (APX) و سوپر اکسید دیسموتاز را افزایش و فعالیت آنزیم کاتالاز را کاهش می‌دهد. محیط‌های پرتنش ایجاد گونه‌هایی از اکسیژن به نام رادیکال‌های آزاد اکسیژن(ROS) مانند رادیکال‌های سوپراکساید(O_2^-)، هیدروژن پراکساید(H_2O_2) و رادیکال هیدروکسیل(OH^-) می‌کنند و به این ترتیب در گیاهان تنش اکسیداتیو ایجاد می‌کنند(پراساد و همکاران، ۱۹۹۹). تیمار اسید سالیسیلیک تنش اکسیداتیو ناشی از تماس علف‌کش غیر انتخابی پاراکوآت در خیار و تنباکو را کاهش می‌دهد(هایات و همکاران، ۲۰۱۰).

فصل سوم

مواد و روش ها

۳- مواد و روش ها

۳-۱-زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش

این آزمایش به منظور بررسی اثرات محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید بر برخی صفات کمی و کیفی خرفه در شرایط کم آبیاری در منطقه دشت واقع در ۵ کیلومتری شهرستان نیشابور در **محدوده‌ی ۵۸ درجه و ۸ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۰ دقیقه‌ی طول جغرافیایی و ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۲ دقیقه‌ی عرض شمالی** در تابستان ۱۳۹۲ انجام شد. نیشابور جزو اقلیم نیمه بیابانی است و زمستان نسبتا سرد و تابستان معتدل دارد. از نظر میزان بارندگی جزو مناطق خشک محسوب می‌شود. **میانگین درجه حرارت ۱۳/۹ درجه سانتی‌گراد و ۱۰۰ روز یخبندان در سال و با میانگین دمای حداقل ۷/۱ درجه سانتی‌گراد و حداکثر ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد جزو یکی از نقاط سرد محسوب می‌گردد. متوسط درجه‌ی حرارت روزانه(دوره‌ی۳۰ساله) ۱۳/۸درجه سانتی‌گراد و متوسط کل بارندگی سالانه ۲۴۷/۴ میلی‌متر** است.

۳-۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

قبل از انجام عملیات آماده سازی زمین و اجرای نقشه آزمایش، به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم از عمق۳۰-۰سانتی متر در ۵ نقطه از خاک مزرعه نمونه برداری به شکل حرف W صورت گرفت. برای این منظور از هر نقطه معادل یک کیلوگرم خاک جدا گردید، سپس نمونه‌های جمع آوری شده مخلوط و نهایتاً یک نمونه یک کیلوگرمی که در برگیرنده کل نمونه‌هاست تهیه و جهت تجزیه به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۳-۱ نشان داده شده است.

جدول ۳-۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

پارامترهای اندازه گیری شده	مقدار	واحد
درصد اشباع	۳۲/۹۸	درصد
هدایت الکتریکی ($EC*10^3$)	۲/۳۵	دسی زیمنس بر متر
اسیدیته خاک	۷/۹۲	-
مواد خنثی شونده	۱۱/۷۵	درصد
کربن آلی	۰/۰۲۸	درصد
مواد آلی	۰/۰۴۸	درصد
ازت کل	۰/۰۲	درصد
فسفر قابل جذب	۴/۴	میلی گرم/کیلو گرم
پتاسیم قابل جذب	۱۴۰	میلی گرم/کیلو گرم
رس	۰/۸۸	درصد
لای	۵۴	درصد
شن	۴۵/۱۲	درصد
بافت کلی خاک		لومی سیلتی

۳- ۳- مشخصات طرح آزمایشی

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در منطقه دشت نیشابور اجرا گردید. در این آزمایش فاکتورها شامل محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در چهار سطح(۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ میلی مولار) و تنش‌خشکی در سه سطح عدم تنش، تنش ملایم و تنش شدید (۶، ۱۲، ۱۸ روز آبیاری) بود.

۳-۴- عملیات اجرایی

۳-۴-۱- آماده سازی زمین

زمین مورد نظر در سال قبل زیر کشت گندم بود. یک هفته قبل از کشت در تاریخ ۱۲ تیر ۱۳۹۲ اقدام به آماده سازی زمین با استفاده از گاو آهن برگردان دار و دیسک گردید. سپس ابعاد کرت ها معین شد. هر کرت شامل ۴ ردیف کشت به طول ۳ متر و فاصله بین ردیف ها ۰/۵متر بود. دو خط کناری به عنوان حاشیه و دو خط وسط جهت تعیین پارامترهای آزمایش در نظر گرفته شد. بین هر کرت تا کرت بعدی ۰/۵متر و فاصله دو تکرار از هم ۱/۵ متر بود.

۳-۴-۲- کاشت

عملیات کاشت در تاریخ ۲۱ تیر۱۳۹۲ با دست و در عمق یک سانتی متری انجام شد. فاصله دو بوته روی ردیف ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. پس از کشت روی بذرها با ماسه نرم، کود حیوانی و خاک برگ پوشانده شد.

۳-۴-۳- داشت

اولین آبیاری در صبح روز بعد از کشت به صورت کرتی انجام شد. به دلیل ضعیف بودن بوته‌ها و جهت استقرار کامل بوته‌ها، تمامی کرتها به طور یکسان در سه نوبت به فاصله هر ۶ روز آبیاری شدند. در ابتدا تنک کردن بوته در دو مرحله انجام شد. طی دوران داشت وجین علف‌های هرز به صورت دستی در سه مرحله انجام گردید. جهت مقابله با بیماری پوسیدگی سیاه ریشه در اواخر مرداد از قارچ کش ردوکسیل به صورت مخلوط با آب آبیاری استفاده شد و بیماری به طور کامل کنترل گردید.

۳-۴-۴- اعمال تیمارها

بعد از استقرار کامل بوته‌ها اقدام به اعمال تیمارهای تنش کم آبیاری در مرحله ۲۰ برگی گردید. برای اعمال تیمارهای عدم تنش، تنش ملایم و تنش شدید دور آبیاری به ترتیب ۶، ۱۲ و ۱۸ روز آبیاری در نظر گرفته شد. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید ۳۸ روز پس از کاشت تقریبا قبل از گلدهی در غلظت‌های صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی مولار روی بوته ها انجام شد. در غلظت صفر از آب مقطر استفاده شد. محلول‌پاشی در صبح زود و در هوای صاف اعمال شد. به طوری که برگ‌های گیاه کاملا خیس شدند.

۳-۴-۵- برداشت

تعداد ۳ بوته در انتهای دوره رشد در تاریخ ۲۵ مهر۱۳۹۲ جهت تعیین عملکرد و برخی از اجزای عملکرد با حذف اثر حاشیه به طور تصادفی از هر کرت توسط دست برداشت شد و نمونه ها جهت اندازه گیری صفات مورد نظر شامل ارتفاع بوته، سطح برگ، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و درصد روغن بذر به آزمایشگاه منتقل گردیدند.

۳-۵- نمونه برداری

یک هفته پس از محلول‌پاشی نمونه برداری از برگ انجام شد. بدین ترتیب از هر کرت سه بوته به عنوان معیار پس از حذف اثر حاشیه انتخاب شد نمونه ها پس از برداشت در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد و جهت اندازه‌گیری صفات کلروفیل a، b، کارتنوئیدها، پرولین به آزمایشگاه منتقل گردید.

۳-۵-۱-۲-سطح برگ

سطح برگ نمونه‌ها پس از جداسازی توسط دستگاه LI-3100 Area meter ساخت ایتالیا تعیین شد. سپس سطح برگ در متر مربع محاسبه گردید.

۳-۶-۲- صفات فیزیولوژیک

۳-۶-۲-۱- کلروفیل

اندازه‌گیری کلروفیل برگ یک هفته بعد از محلول‌پاشی انجام شد. تعداد سه نمونه از هر کرت انتخاب شد. در هر اندازه‌گیری تعداد سه برگ از پایین گیاه، قسمت میانی و بالای گیاه انتخاب شدند و کلروفیل آن به روش لیچتانتالر(۱۹۹۷) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر U4V/VIS شیمادزو ژاپن اندازه‌گیری شد. بدین منظور ۰/۱گرم برگ با ۴ میلی لیتر استون۸۰٪ در هاون سائیده شد، سپس محلول حاصل به مدت ۵ دقیقه در دور ۳۰۰۰ سانتریفیوژ شده، سپس جذب محلول رویی جهت تعیین میزان کلروفیل‌ها a ، b و کاروتنوئید توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۴۷، ۶۶۴ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد. جهت صفر کردن دستگاه از استون ۸۰٪ استفاده شد. برای محاسبه میزان کلروفیل های a، b و کاروتنوئیدها به ترتیب از رابطه‌های (۳-۱)، (۳-۲)، (۳-۳)استفاده شد.

رابطه(۳-۱) میلی‌گرم کلروفیل a بر گرم وزن تر $= \left[12.25(A_{644}) - 2.79(A_{647})\right] \times \frac{V}{1000 \times W}$

رابطه(۳-۲) میلی‌گرم کلروفیل b بر گرم وزن تر $= \left[21.51(A_{647}) - 5.1(A_{664})\right] \times \frac{V}{1000 \times W}$

رابطه(۳-۳) میلی‌گرم کاروتنوئید بر گرم وزن تر $= \frac{\left[1000(A_{470}) - 1.8Cha - 85.02Chb\right]}{198} \times \frac{V}{1000 \times W}$

حجم کلروفیل استخراج شده بر حسب میلی لیتر =V

وزن تر بافت مورد استفاده بر حسب گرم =W

۳-۶-۲-۲-پرولین

به منظور سنجش میزان پرولین، از روش بیتز(۱۹۷۳) استفاده شد. برای این منظور ۰/۲گرم از بافت برگ تازه در ۴ میلی لیتر محلول اسید سولفو سالیسیلیک آبدار(۳٪) ساییده و محلول با کاغذ صافی واتمن نمره ۲ صاف شده و از محلول حاصل برای سنجش پرولین استفاده شد. ۲ میلی لیتر از عصاره صاف شده، با ۲ میلی لیتر محلول معرف ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسیداستیک مخلوط به مدت یک ساعت در بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. نمونه‌ها براساس محتوای پرولین به رنگ زرد تا قرمز تغییر رنگ می‌دهند. سپس بلافاصله نمونه‌ها به ظرف حاوی یخ منتقل شدند تا واکنش خاتمه یابد و پس از آن به دمای اتاق منتقل شدند. سپس به محتوای داخل لوله ۴ میلی لیتر تولوئن اضافه کرده و به مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان داده، این عمل موجب دو فازه شدن محتوی لوله شد(فاز آلی حاوی پرولین و تولوئن در بالا و فاز آبی شفاف در پایین)پس از ۲۰ دقیقه، جذب نوری محلول فوقانی در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد و با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت پرولین در محلول محاسبه شد. در نهایت مقدار پرولین بر اساس میکرومول در گرم وزن تر نمونه گیاهی مطابق فرمول زیر محاسبه شد.

رابطه(۳-۴) $$\text{میکرو مول پرولین در گرم وزن تر} = \left(\frac{\mu g\ \ prolin}{ml} \times \frac{ml\ toloen}{115.5\left(\frac{\mu g}{\mu mol}\right)}\right) / \frac{gr\ \ sample}{5}$$

۳-۶-۲-۲-۱-روش تهیه معرف ناین هیدرین

برای تهیه معرف ناین هیدرین ۱/۲۵گرم ناین هیدرین را در ۵۰ میلی لیتر محلول شامل ۳۰ میلی لیتر اسید استیک خالص و ۲۰ میلی لیتر اسید فسفریک ۶ مولار حل شده و با گرم کردن تدریجی با بن ماری و هم زدن به خوبی مخلوط شدند. پس از سرد شدن آن را به یک بطری شیشه‌ای

قهوه‌ای رنگ انتقال می‌دهیم و در یخچال نگهداری می‌کنیم. این محلول‌ها تا ۲۴ ساعت در یخچال قابل نگهداری هستند.

۳-۶-۲- ۲-۲- تهیه منحنی استاندارد پرولین :

برای تهیه منحنی استاندارد از پرولین خالص(L- پرولین) استفاده شد. برای این منظور ابتدا ۰/۰۱ گرم از پودر پرولین خالص را توزین کرده با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر می‌رسانیم. از این محلول پایه در ۱۱ لوله آزمایش به ترتیب حجم‌های ۰-۰/۵-۱-۱/۵-۲-۲/۵-۳-۳/۵-۴-۴/۵-۵ میلی لیتر از این محلول ریخته شد و حجم نهایی با آب مقطر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد تا به ترتیب محلولهای ۰-۲-۴-۶-۸-۱۰-۱۲-۱۴-۱۶-۱۸-۲۰میکروگرم در میلی لیتر از پرولین بدست آمدند. سپس مشابه روش سنجش پرولین ۲ میلی‌لیتر از محلول فوق در یک لوله آزمایش با ۲ میلی لیتر محلول اسید نایین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک مخلوط و به مدت یک ساعت در بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. نمونه‌ها براساس محتوای پرولین به رنگ زرد تا قرمز تغییر رنگ می‌دهند سپس بلافاصله نمونه‌ها به ظرف حاوی یخ منتقل شدند تا واکنش خاتمه یابد و پس از آن به دمای اتاق منتقل شدند. سپس به محتوای داخل لوله ۴ میلی لیتر تولوئن مواد اضافه کرده و به مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان می‌دهیم. این عمل موجب دو فازه شدن محتوی لوله شد(فاز آلی حاوی پرولین و تولوئن در بالا و فاز آبی شفاف در پایین) پس از ۲۰ دقیقه، جذب نوری محلول فوقانی در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد و بر اساس میزان جذب و غلظت پرولین تهیه شده در نمونه ها نمودار استاندارد رسم شد.

۳-۷-درصد روغن

روغن موجود در بذر خرفه با استفاده از دستگاه سوکسله تعیین گردید. برای این منظور نمونه‌ها از قبل به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس پودر شدند. مقدار ۵ گرم از هر نمونه در کاغذ صافی پیچیده و داخل اکسترکتور دستگاه سوکسله قرار داده شد.

بالن‌ها در ابتدا وزن شدند. داخل بالن‌ها با مقدار مشخصی پترولیوم اتر به عنوان حلال آلی پر شد. اکسترکتور روی دهانه بالن قرار گرفت و سپس مبرد روی اکسترکتور قرار داده شد. دستگاه با کلید اصلی روشن و دما برای همه نمونه‌ها روی ۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. فرآیند استخراج ۸ ساعت به طول انجامید. پس از گذشت این مدت، دستگاه خاموش و حلال جمع شده در داخل اکسترکتور از طریق شیر مخصوص تخلیه خارج گردید. بالن‌ها به زیر هود منتقل شدند تا باقی مانده اتر از بین برود. سپس بالن‌ها به داخل آون منتقل شدند و به مدت ۱ساعت با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و سپس به مدت ۱/۵ ساعت با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شدند. بالن‌ها به دیسکاتور منتقل و بعد از سرد شدن وزن شدند. جهت محاسبه درصد روغن موجود در نمونه‌ها از رابطه ۳- ۵ استفاده گردید.

رابطه(۳-۵) درصد روغن موجود در نمونه =(وزن ثانویه بالن- وزن اولیه بالن) × ۱۰۰

۳-۸-تجزیه و تحلیل داده ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار EXCEL انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

فصل چهارم

نتایج و بحث

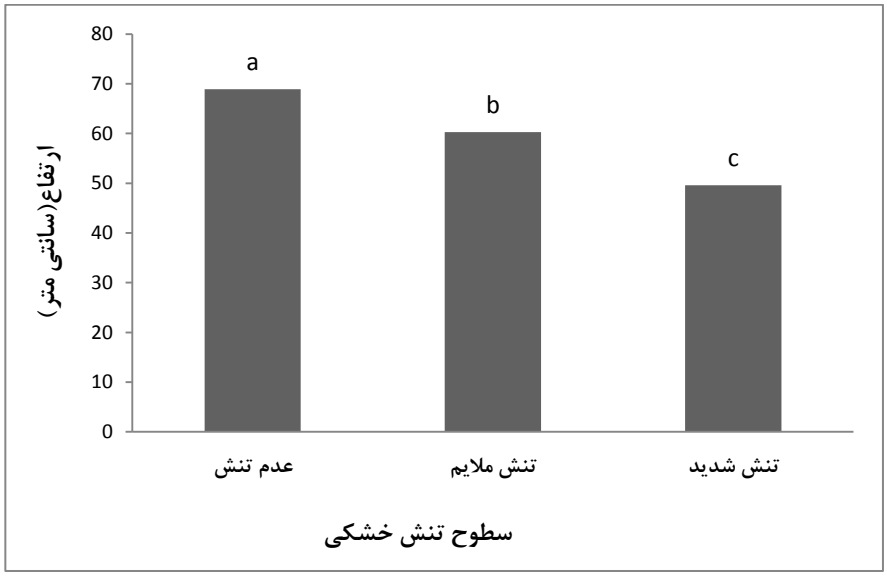
۴-۱-صفات مورفولوژیک

۴-۱ -۱- ارتفاع

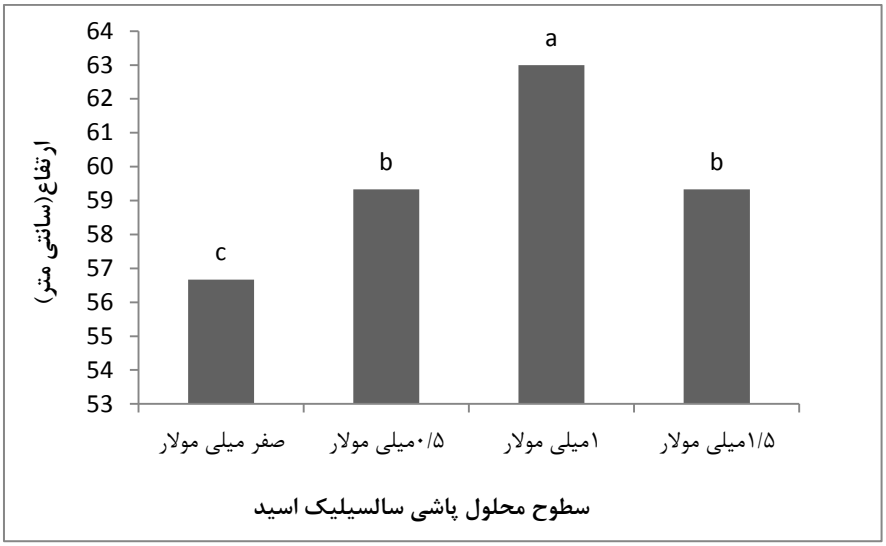
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تنش‌خشکی و محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱درصد معنی دار شد ولی تاثیر متقابل تنش‌خشکی و محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر صفت ارتفاع معنی دار نبود(جدول پیوست۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح تنش خشکی نشان داد که کم‌ترین مقدار ارتفاع بوته(۴۹/۵۸ سانتی متر)در تیمار تنش شدید به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد(۶۸/۸۸سانتی‌متر) ۲۸/۰۲ درصد کاهش یافت(شکل ۴-۱). مقایسه میانگین محلول پاشی سالیسیلیک اسید حاکی از آن است که بیش‌ترین ارتفاع بوته از تیمار ۱میلی مولار محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید، به میزان ۶۳ سانتی‌متر به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۱۰/۰۵درصد افزایش یافت. همچنین بین سطوح ۰/۵ و ۱/۵ میلی‌مولار تفاوت معنی داری مشاهده نشد(شکل۴-۲).

کاهش ارتفاع بوته در اثر تنش رطوبتی به مرحله رشدی تحت تنش بستگی دارد تنش آب در مراحل اولیه نمو می‌تواند اثر بیشتری در کاهش ارتفاع بوته داشته باشد(داس و همکاران، ۱۹۹۴). امیری و همکاران(۱۳۸۸)گزارش کردند که اثر تنش‌خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر ارتفاع نهایی بوته‌های نخود معنی دار بود. شوبهارا و همکاران(۲۰۰۴) در بررسی‌های خود روی گل همیشه بهار دریافتند که ارتفاع گیاه در شرایط تنش‌خشکی به شدت کاهش یافت. نزرلی و زردشتی(۲۰۱۰) بیان کردند که یک حداقل پتانسیل آب برای طویل شدن سلول نیاز است و در نتیجه کمبود، میانگره‌ها و ارتفاع ساقه کوتاه می‌شود. کاهش در طول اندام هوایی در پاسخ به خشکی می‌تواند به یکی از دو علت زیر باشد، کاهش طویل شدن سلول به دلیل کمبود آب، که منجر به کاهش در تورم سلول، حجم سلول و سرانجام رشد سلول می‌شود یا منجر به مسدود شدن آوند چوب و آبکش می‌شود، بنابراین از هر گونه جابجایی از این طریق جلوگیری می‌کند (لویسولو و شوبر، ۱۹۹۸). یزدانی و

همکاران(۱۳۸۶)بیان کردند که فواصل آبیاری و اعمال تنش‌خشکی روی گیاه سویا به دلیل کاهش تقسیم و طویل شدن سلولی، با کاهش رشد و ارتفاع گیاه همراه بود. کاکیر (۲۰۰۴)، نیز بیان کرد که آبیاری تأثیر معنی‌داری روی ارتفاع بوته ذرت دارد. ارتفاع بوته صفتی است که بیش از هر عامل دیگر تحت تاثیر ویژگیهای ژنتیکی قرار می‌گیرد (رستگار، ۱۳۸۴)؛ با این حال شرایط محیطی از جمله تنش‌خشکی، ارتفاع بوته را تحت تاثیر قرار می‌دهد. سالیسیلیک اسید موجب افزایش تقسیم سلولی درون مریستم و در نتیجه موجب افزایش ارتفاع بوته می‌شود(شکیروا و همکاران، ۲۰۰۳). سالیسیلیک اسید باعث طویل شدن سلول ها و همچنین تقسیم سلولی می‌شود که این فرآیند با همکاری سایر تنظیم کننده از جمله اکسین انجام می‌شود. حسین(۲۰۰۲)بیان نمود که ارتفاع گیاه و تعداد برگ‌های سبز به طور یکنواختی تحت تاثیر کم آبیاری قرار می‌گیرند.



شکل ۴-۱ . مقایسه میانگین ارتفاع تحت تأثیرسطوح مختلف تنش کم آبیاری

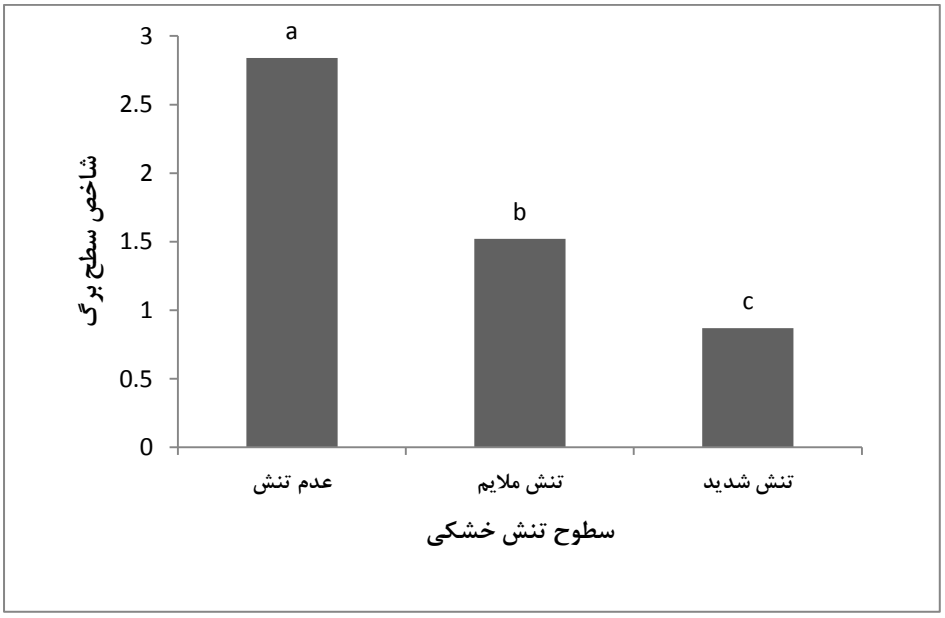


شکل۴-۲. مقایسه میانگین ارتفاع تحت تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید

۴-۱-۲- شاخص سطح برگ(LAI)

طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس اثر اصلی تنش خشکی بر صفت شاخص سطح برگ در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد. همچنین این نتایج نشان داد که اثر اصلی محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و اثر متقابل تنش‌خشکی و سالیسیلیک اسید در عامل مورد بررسی معنی دار نبود(جدول پیوست ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح تنش‌خشکی نشان می‌دهد که کمترین شاخص سطح برگ در تیمار تنش شدید به مقدار ۰/۸۷ به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد(۲/۸۴)کاهش ۶۹/۳۶ درصدی داشت(شکل ۴-۳). شاخص سطح برگ بیان کننده سطح برگ(فقط یک طرف) به سطح زمین اشغال شده توسط محصول است. معمولاً شاخص سطح برگ ۳ تا ۵ جهت تولید حداکثر ماده خشک برای اغلب محصولات کاشته شده لازم است(کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۲). با توجه به اینکه تنش‌خشکی سبب کاهش فعالیت آنزیم روبیسکو می‌شود سطح برگ به تنش رطوبتی بسیار حساس است(فیشر و هاکان، ۱۹۶۷). بنظر می‌رسد این کاهش سطح برگ یکی از اولین پاسخ‌های مورفولوژیک در برابر تنش خشکی می‌باشد و همچنین بنظر می‌رسد گیاه با این مکانیسم سعی در حفظ آب در بافتهای خود دارد. شکاری (۱۳۸۰)گزارش کرد که سطح برگ متناسب با افزایش میزان

تنش کم‌آبی کاهش یافته و این کاهش حتی در صورت آبیاری مجدد نیز قابل بازیافت نیست. طالقانی(۱۳۷۷) در تحقیق خود اظهار داشت که تنش کم آبی شاخص سطح برگ در چغندرقند را کاهش می‌دهد. کاهش سطح برگ بر اثر تنش کم آبی در ذرت (سپهری و همکاران، ۱۳۸۱) و کلزا (شکاری، ۱۳۸۰) نیز گزارش شده است. سالیسیلیک اسید موجب افزایش سطح برگ و وزن خشک در ذرت و سویا شده است(خان و همکاران، ۲۰۰۳). که در این مطالعه اثر محول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر شاخص سطح برگ معنی‌دار نشد. در این رابطه اکودای (۲۰۰۴) نیز نتایج مشابهی را گزارش نمود.

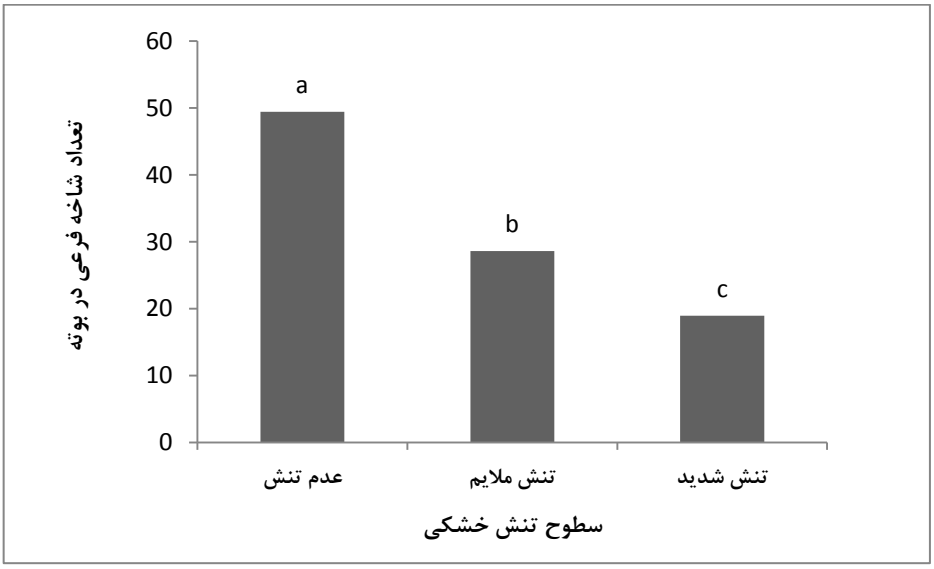


۴-۳. مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری

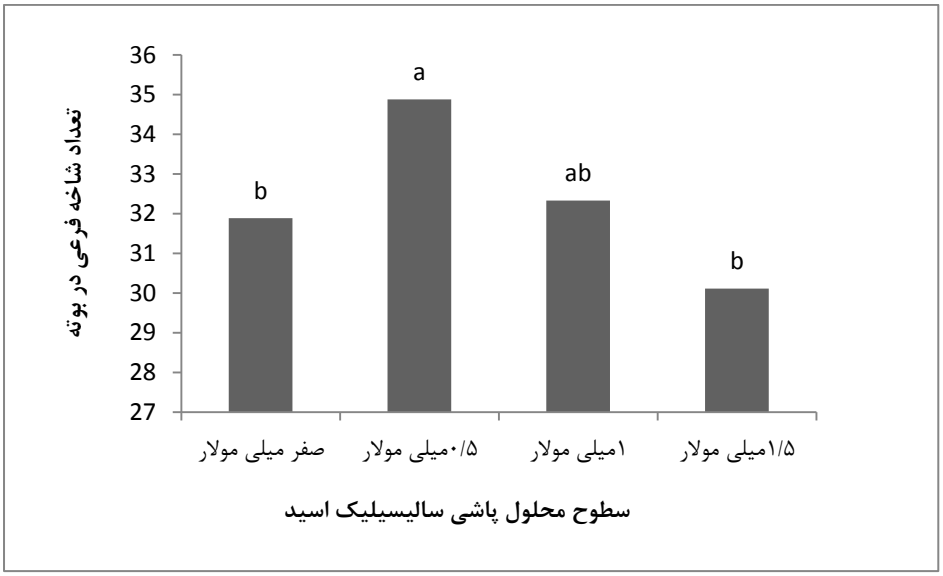
۴-۱-۳- تعداد شاخه فرعی

طبق نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس اثر اصلی تنش خشکی بر صفت تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد. همچنین این نتایج نشان داد اثر اصلی محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد، اما اثر متقابل تنش‌خشکی و محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید معنی‌دار نشد(جدول پیوست۱). مقایسه میانگین سطوح تنش‌خشکی

نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی به میزان ۴۹/۴۲ عدد در بوته در شرایط بدون تنش بدست آمد و کمترین آن در تیمار تنش شدید به میزان۱۸/۹۲ عدد در بوته مشاهده شد(شکل۴-۴). نتایج مقایسه میانگین سطوح محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید نشان داد که بین سطوح محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید تفاوت معنی‌داری در تعداد شاخه فرعی مشاهده نشد ولی محلول‌پاشی بوته ها با ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید باعث کاهش معنی‌داری نسبت به دیگر سطوح سالیسیلیک‌اسید شد(شکل ۴-۵). بابایی و همکاران(۱۳۸۹) اذعان داشتند که تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی وزن خشک اندام رویشی آویشن را کاهش می دهد.



شکل ۴-۴. مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی تحت تأثیر سطوح مختلف تنش‌کم آبیاری

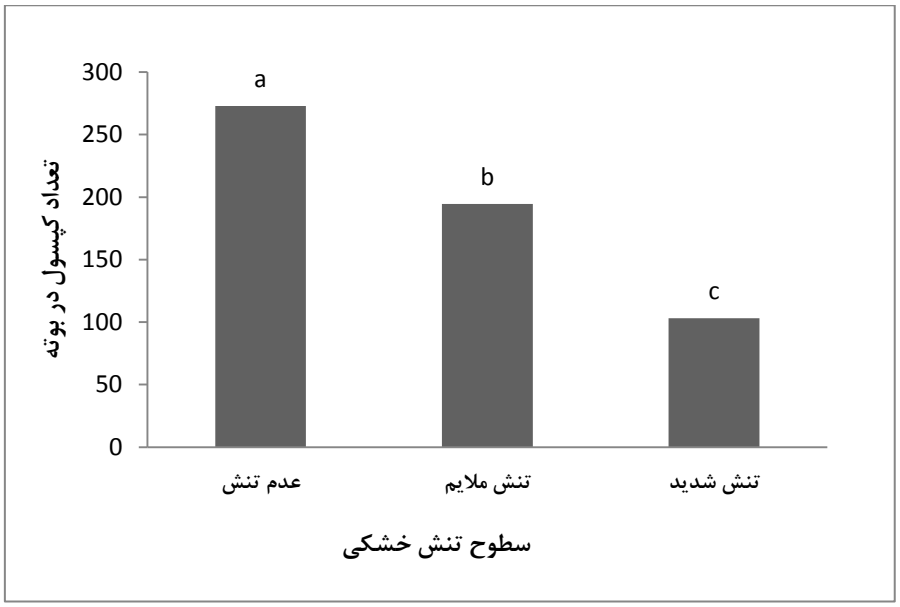


شکل ۴-۵. مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی تحت تأثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید

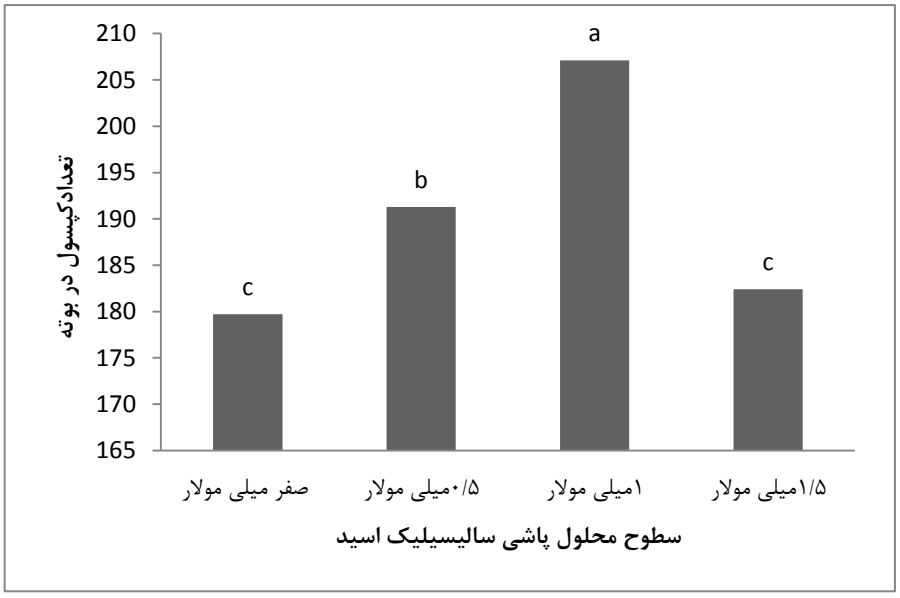
۴-۱-۴-تعداد کپسول در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تنش خشکی بر تعداد کپسول در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. همچنین بر اساس این نتایج اثر اصلی محلول پاشی سالیسیلیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد(جدول پیوست۱). طبق نتایج مقایسه میانگین اثرات تنش خشکی، کمترین تعداد کپسول در بوته(۱۰۳/۲ عدد در بوته)در تیمار تنش شدید حاصل شد، که نسبت به میزان آن در تیمار شاهد (۲۷۲/۸ عدد در بوته) کاهش چشمگیری را نشان داد. همچنین تعداد کپسول در بوته در شرایط تنش ملایم (۱۹۴/۵) نسبت به تیمار شاهد نیز کاهش قابل توجهی داشت(شکل۴-۶). حسن‌زاده و همکاران (۲۰۰۹) طی آزمایشی با بررسی سطوح مختلف آبیاری بر روی کنجد بیان کردند تعداد کپسول در بوته با کاهش آبیاری از سطح شاهد نسبت به تنش شدید اختلاف ۲۱/۷ نشان داد. مقایسه میانگین سطوح محلول پاشی سالیسیلیک اسید نشان داد بیشترین تعداد کپسول در بوته به میزان (۲۰۷/۱ عدد در بوته)با محلول پاشی ۱میلی‌مولار سالیسیلیک اسید حاصل شد و کمترین تعداد کپسول در تیمار شاهد به میزان(۱۷۹/۷عدد در بوته)مشاهده گردید که

نسبت به تیمار شاهد افزایش ۱۳/۲۳ درصدی را نشان داد. همچنین محلول پاشی بوته ها با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بر تعداد کپسول در بوته تاثیر معنی داری نسبت به تیمار شاهد نداشت، در حالیکه تعداد کپسول در بوته با محلول پاشی ۰/۵میلی مولار سالیسلیک اسید(۱۹۱/۳عدد در بوته) نسبت به تیمار شاهد(۱۷۹/۷عدد در بوته) افزایش ۶/۰۶ درصدی را نشان داد(شکل۴-۷).



شکل۴-۶. مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



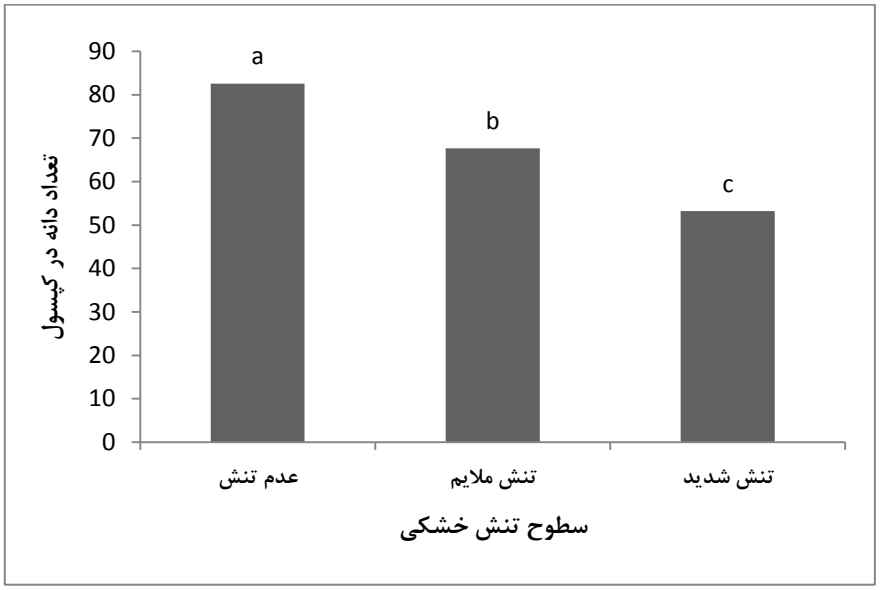
شکل ۴-۷. مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته تحت سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید

۴-۱-۵- تعداد دانه در کپسول

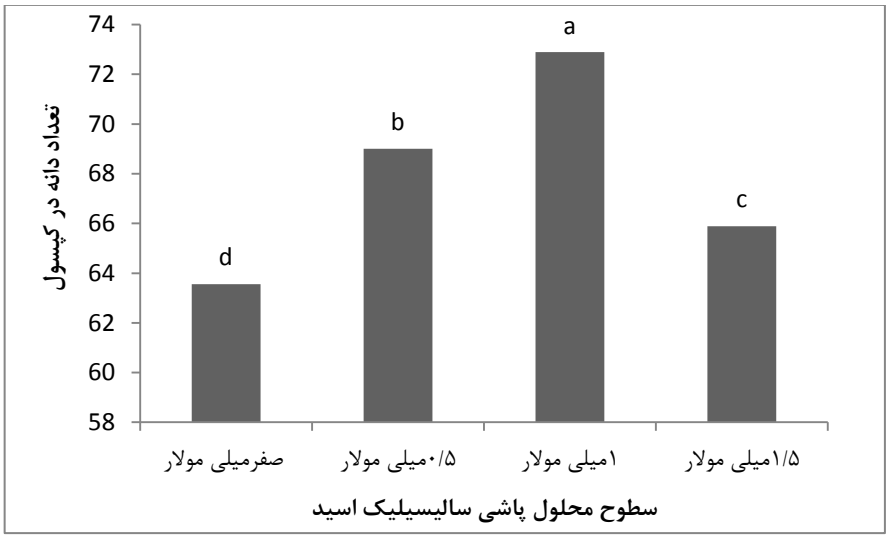
نتایج حاصل از تجزیه واریانس تعداد دانه در کپسول نشان داد که اثر اصلی تنش خشکی و اثر اصلی محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می باشد. همچنین اثر متقابل سطوح تنش خشکی و محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر صفت تعداد دانه در کپسول در سطح احتمال ۱درصد معنی‌داری شد(جدول پیوست۱). در بین سطوح تنش‌خشکی بیشترین تعداد دانه در کپسول در تیمار شاهد(۸۲/۵۸ عدد) و کمترین مقدار آن در شرایط تنش شدید (۵۳/۲۵ عدد) حاصل شد(شکل۴-۷). کمبود آب طی مرحله گلدهی و گرده افشانی باعث خشک شدن دانه‌های گرده و کلاله مادگی شده که این مسئله باعث اختلال در گرده افشانی می‌شود(رشدی و همکاران، ۲۰۰۶). تاثیر مستقیم تنش بر دانه بندی از طریق کاهش در تسهیم ماده خشک به سمت دانه های در حال تشکیل و یا کاهش تخصیص ماده خشک به دانه در طول دوره بحرانی رشد بوده و بنابراین وضعیت تسهیم و تخصیص تعیین کننده تعداد دانه است(رید و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج این تحقیق با بررسی‌های نجفی و همکاران(۱۳۸۹) و منصوری(۱۳۸۱) نیز مطابقت دارد.

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین در بین سطوح مختلف محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در شرایط بدون تنش غلظت یک میلی مولار سالیسیلیک اسید باعث افزایش بیشتری در تعداد دانه در کپسول شد. که نسبت به غلظت صفر میلی مولار سالیسیلیک اسید افزایش ۱۳/۴۸ درصدی را نشان داد، در حالی که محلول پاشی ۱/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید نسبت به غلظت صفر میلی مولار تنها ۳/۳۵ درصد افزایش داشت (شکل ۴-۹). طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین تعداد دانه در کپسول به میزان (۸۹ عدد) از ترکیب تیماری ۱میلی مولار سالیسیلیک اسید و عدم‌تنش بدست آمد، در حالی که کمترین تعداد دانه در کپسول به میزان(۴۹/۳۳عدد) از محلول پاشی صفر میلی‌مولار سالیسیلیک و در شرایط تنش شدید بدست آمد (شکل۴-۱۰). نتایج شکاری و همکاران(۲۰۰۹) نشان داد که تنش کم آبیاری لوبیا در مرحله گلدهی و قبل از آن موجب کاهش تعداد دانه در غلاف می

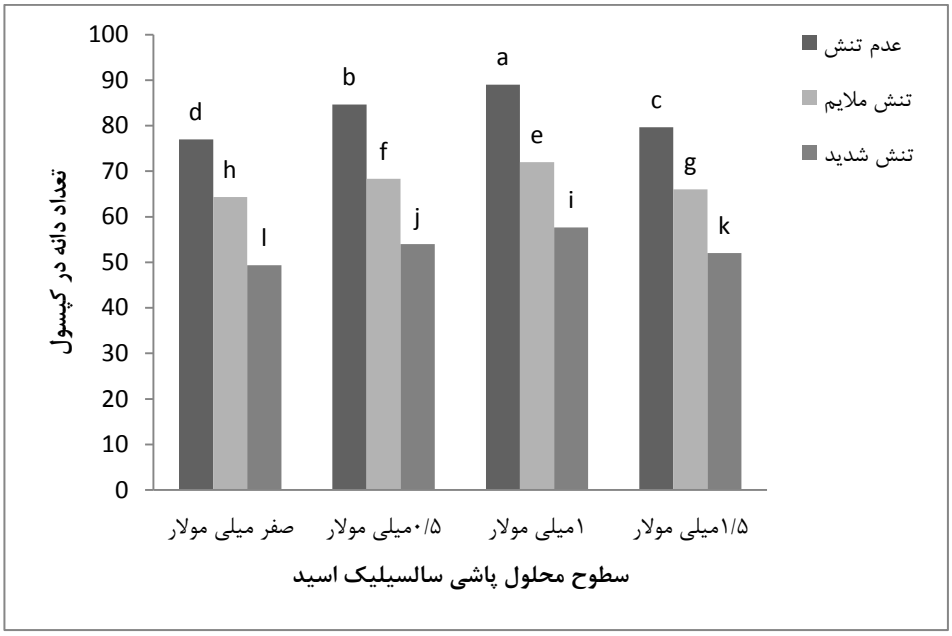
شود و همچنین مصرف سالیسیلیک اسید باعث افزایش تعداد دانه در غلاف لوبیا شد. افزایش تعداد دانه در اثر کاربرد شاخساره‌ای سالیسیلیک اسید به علت افزایش نسبت تسهیم مواد پرورده به دانه گزارش شده است(امین و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۴-۸. مقایسه میانگین تعداد دانه در کپسول تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل۴-۹. مقایسه میانگین تعداد دانه در کپسول تحت تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید

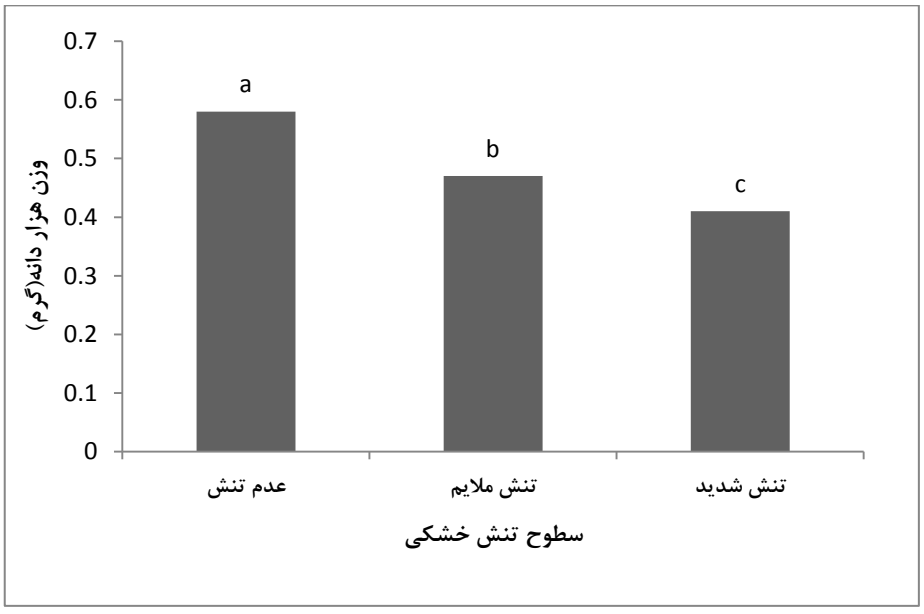


شکل۴-۱۰. مقایسه میانگین تعداد دانه در کپسول تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری و سالیسیلیک اسید

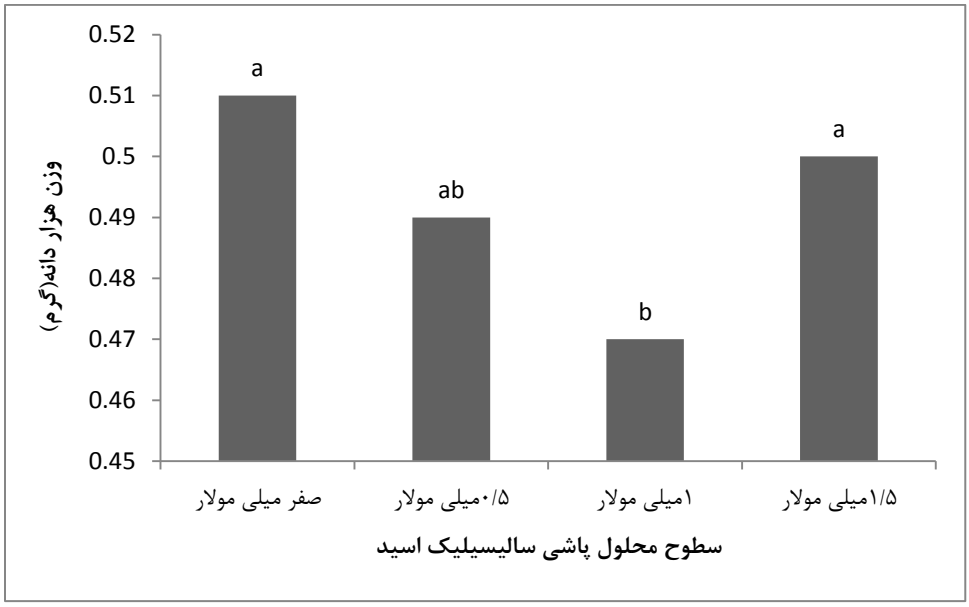
۴-۱-۶- وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزن هزار دانه نشان داد که اثر اصلی تنش‌خشکی و اثر اصلی سالیسیلیک اسید در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل تنش خشکی و سالیسیلیک اسید بر وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی دار شد(جدول پیوست۱). مقایسه میانگین تنش‌خشکی نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در تیمار شاهد به مقدار(۰/۵۸گرم) و کمترین مقدار آن در شرایط تنش شدید(۰/۴۱گرم) بدست آمد. به طورکلی افزایش تنش خشکی سبب کاهش وزن هزار دانه می‌شود (شکل۴-۱۱). گانزالس و همکاران(۱۹۹۹) گزارش کردند که در شرایط تنش رطوبتی وزن هزار دانه در جو نسبت به شرایط بدون تنش کاهش چشمگیری پیدا کرد. مقایسه میانگین محلول پاشی سالیسیلیک اسید نشان داد که محلول پاشی بوته‌ها با سالسیلیک اسید تاثیر کاهشی بر وزن هزار دانه نسبت به تیمار شاهد دارد و محلول پاشی بوته ها با ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید سبب کاهش قابل توجهی در وزن هزار دانه شد. که این می تواند به علت افزایش بیش از حد تعداد دانه در کپسول باشد. طبق نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و

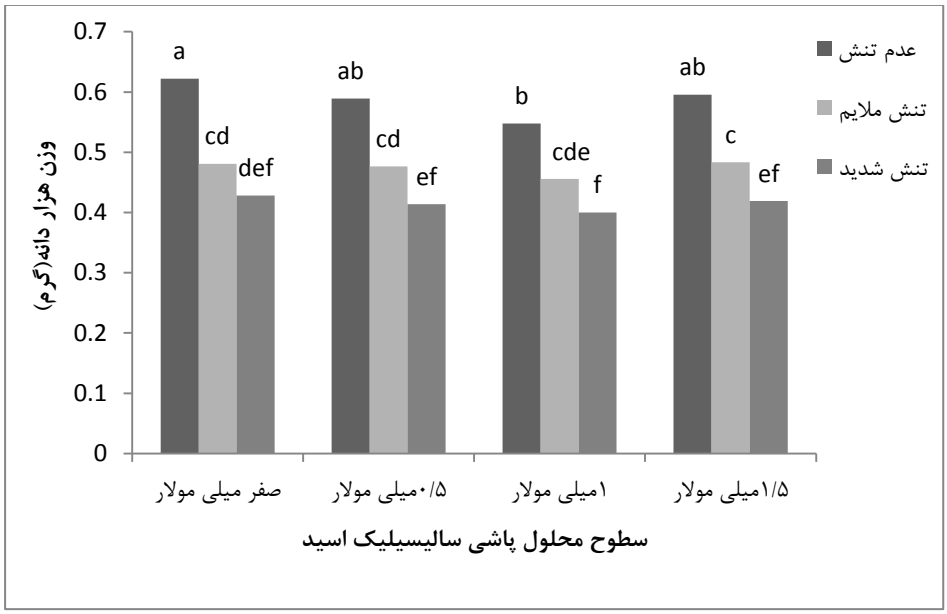
سالیسیلیک اسید، بیشترین وزن هزار دانه(۰/۶۲۲گرم)در شرایط عدم تنش و صفر میلی مولار سالیسیلیک اسید(تیمار شاهد) حاصل شد. همچنین کمترین وزن هزار دانه(۰/۴۰۰گرم) در شرایط تنش شدید و محلول پاشی ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید بدست آمد(شکل۴-۱۳). برخی پژوهشگران در مطالعات خود دریافتند که وزن هزار دانه در اثر تیمار با سالیسیلیک اسید بدون تغییر مانده (ساینیو و رجالا، ۲۰۰۱) و یا که کاهش می یابد(اسلیمن و همکاران، ۱۹۹۴؛ پلتونن و ساینیو، ۱۹۹۷). نتایج بررسی مجد و همکاران (۲۰۰۶)نشان داد وزن صد دانه نخود در گیاهان تیمار شده با غلظت ۰/۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید به طور معنی‌داری افزایش یافته است. در مطالعه دیگری در اثر تنش خشکی میزان وزن هزار دانه کاهش می‌یابد و با مصرف سالیسیلیک اسید این مقدار به صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد(شکاری و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل۴-۱۱. مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل۴-۱۲. مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید



شکل۴-۱۳. مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت سطوح مختلف تنش کم آبیاری و سالیسیلیک اسید

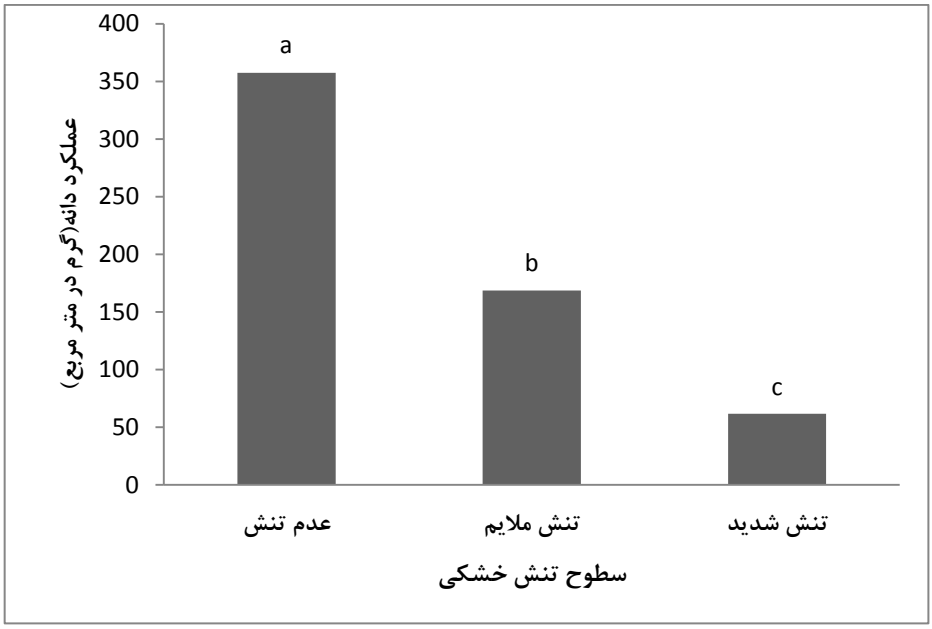
۴-۱-۷- عملکرد دانه

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تنش خشکی بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. همچنین اثر اصلی محلول پاشی سالیسیلیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد(جدول پیوست۱). طبق نتایج مقایسه میانگین سطوح تنش خشکی کمترین عملکرد دانه (۶۱/۷۸ گرم در مترمربع)در شرایط تنش شدید بدست آمد که نسبت به شرایط بدون تنش(۳۵۷/۶ گرم در متر مربع)کاهش ۸۲/۷۲ درصدی داشت که این کاهش معنی دار می باشد (شکل۴-۱۴). همچنین در محلول پاشی ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید، بیشترین عملکرد دانه (۲۱۴/۱ گرم در متر مربع) حاصل شد و کمترین مقدار عملکرد دانه (۱۸۲/۳ گرم در متر مربع)در محلول پاشی صفر میلی مولار سالیسیلیک اسید بدست آمد. (شکل۴-۱۵). نتایج این آزمایش با یافته های زیمر و همکاران (۱۹۸۹)که بیان نمودند خشکی روند رشد و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می دهد و باعث تقلیل و کم شدن وزن گیاه می شود، مطابقت داشت.

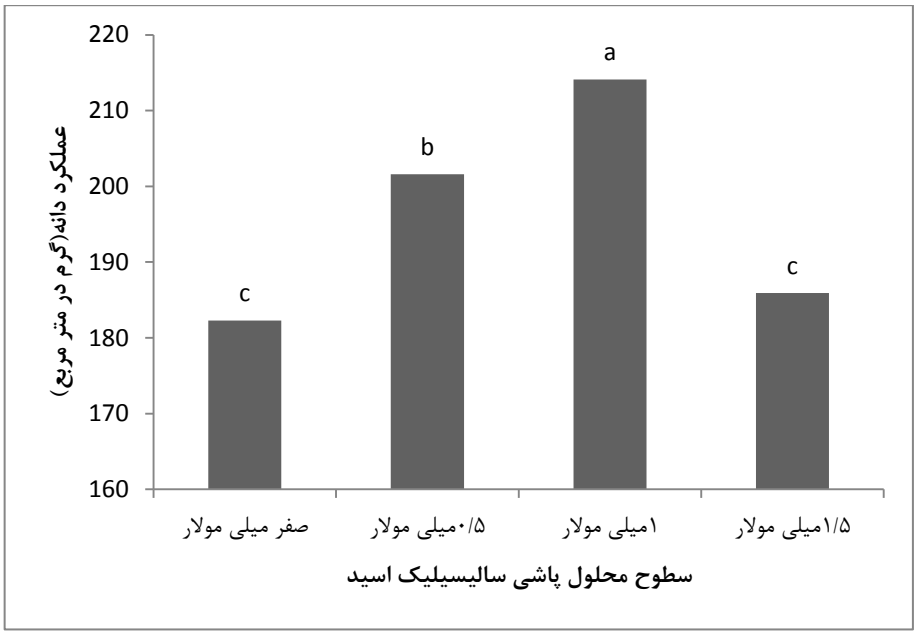
کاهش عملکرد گیاهان تحت تنش خشکی از طریق سه مکانیسم کلی: الف) کاهش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی، ب) کاهش کارایی مصرف نور و پ) کاهش آنی در تبادل گاز کربنیک به ازای واحد نور جذب شده قابل بیان است(وفابخش و همکاران، ۱۳۸۷). در واقع تنش خشکی با اختلال در عمل روزنه‌ها و سیستم فتوسنتزی، تخریب پروتئین ها و آنزیم ها، کاهش سطح برگ، ریزش گل و میوه موجب کاهش عملکرد در گیاهان می شود. جعفری و ایمانی(۲۰۰۴) در بررسی اثر تنش خشکی در سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پر شدن دانه های ذرت به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی در هریک از مراحل فوق باعث کاهش معنی دار عملکرد ذرت می شود ولی تنش در مرحله گلدهی بیشترین خسارت را بر عملکرد دانه داشت و باعث کاهش ۴۲ درصدی عملکرد گیاه شد. کمبود آب سبب بسته شدن روزنه ها و کاهش سطح تعرق در گیاه می‌شود. آسیب دیدن کلروفیل و اختلال در انتقال الکترون سبب کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش بیوماس و عملکرد دانه در گیاهان

می شود که البته این واکنش گیاهان بسته به شدت تنش متفاوت است(پاک نژاد و همکاران، ۲۰۰۹). در گیاه سویا با افزایش شدت تنش‌خشکی میزان کلروفیل و عملکرد دانه کاهش یافته است(قاسمی و لطفی، ۲۰۱۲). در مطالعه خان و همکاران (۲۰۰۳) کاربرد سالیسیلیک اسید در سویا باعث افزایش تعداد غلاف در بوته، وزن صد غلاف، وزن صد دانه، عملکرد هر بوته و در ذرت باعث افزایش وزن صد دانه و عملکرد هر بوته شد. در مطالعه دیگری محلول پاشی گیاه نخود با چهار غلظت مختلف سالیسیلیک اسید، غلظت ۰/۱ میلی مولار عملکرد بوته ها را افزایش داده و غلظت ۰/۷ میلی مولار اثر مطلوبی بر عملکرد و اجزای عملکرد آن داشته است(پاکنژاد و همکاران، ۲۰۰۹). در مطالعه دیگر محلول پاشی بوته ها با سالیسیلیک اسید تاثیر معنی‌داری بر اکثر خصوصیات گیاه کنجد داشته است. غلظت ۰/۴ میلی مولار سالیسیلیک اسید (نسبت به شاهد و ۰/۸ میلی مولار) اثرات مطلوب تری بر اغلب صفات داشته است(انصار و همکاران، ۱۳۸۹).

سالیسیلیک‌اسید تعادل هورمونی را در گیاه تغییر داده و باعث افزایش اکسین و سیتوکینین در گیاهان و در نتیجه موجب افزایش عملکرد می شود(شکیروا و همکاران، ۲۰۰۳). گزارش هایی از اثر سالیسیلیک اسید بر افزایش عملکرد در برخی از گیاهان مانند سویا، لوبیا چشم بلبلی و نخود فرنگی ارائه شده است(مجد و همکاران، ۲۰۰۶). شاکیرووا و همکاران(۲۰۰۳) گزارش نمودند با کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ میلی مولار عملکرد دانه در گندم افزایش می یابد. مناش و همکارانش (۲۰۰۶)، گزارش کردند که آبیاری اضافی از کم به متوسط طی دوره رشد اولیه تخصیص ماده خشک به ساقه در کنجد را افزایش داد. نتایج برخی دیگر از مطالعات نشان می‌دهد تیمار بذور گندم قبل از کاشت موجب افزایش جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم می‌گردد(شاکیروا، ۲۰۰۷). فرید الدین و همکاران(۲۰۰۳) نشان دادند تجمع ماده خشک در گیاه *Brassica junicea* پس از محلول پاشی با غلظتهای پایین تر سالیسیلیک اسید بیشتر بود.



شکل۴-۱۴. مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل۴-۱۵. مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید

۴-۲- صفات فیزیولوژیک

۴-۲-۱- کلروفیل a

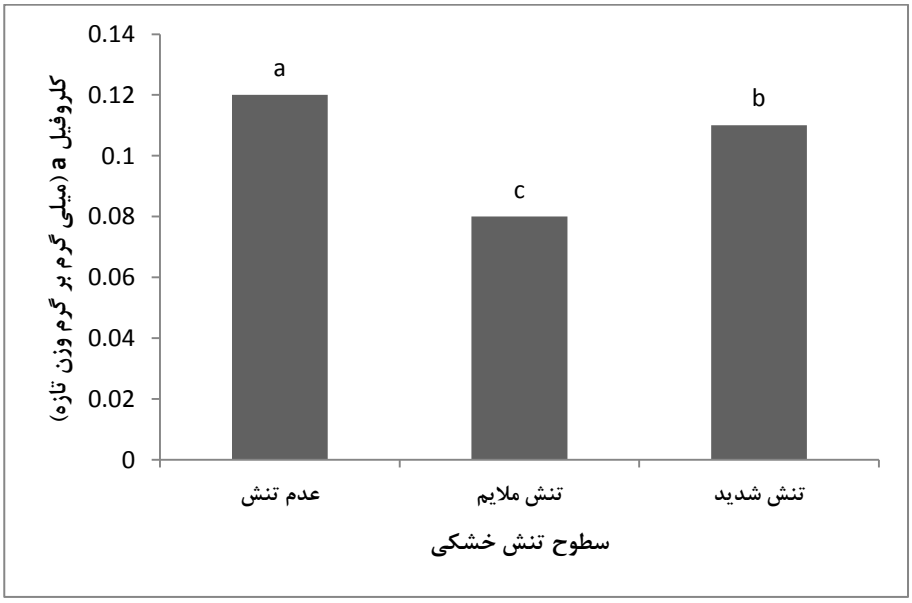
طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس ملاحظه می‌گردد که اثر کلیه منابع تغییر بر کلروفیل a در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد(جدول پیوست۲). مقایسه میانگین سطوح تنش‌خشکی نشان داد که بیشترین کلروفیل a به مقدار ۰/۱۲میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار شاهد بدست آمد و کمترین آن در تیمار تنش ملایم(۰/۰۸میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) حاصل شد(شکل۴-۱۶). این نتایج با گزارشات پورموسی و همکاران (۱۳۸۶)و مانیوانان و همکاران(۲۰۰۷)مطابقت داشت. در شرایط تنش پیش ماده سنتز کلروفیل(اسید گلوتامیک) به سمت تولید پرولین تمایل پیدا می‌کند و این امر موجب کاهش محتوای کلروفیل برگ می‌گردد(برادران فیروزآبادی، ۱۳۸۷). یکی دیگر از دلایل کاهش کلروفیل افزایش میزان فعالیت آنزیم کلروفیلاز است که تحت شرایط تنش، بیان این آنزیم القا می شود و در مطالعه ای دیگر کاهش محتوای کلروفیل بر اثر کمبود آب را به تولید رادیکال های آزاد اکسیژن(تنش اکسیداتیو) نسبت دادند که باعث افزایش صدمه به کلروپلاست می‌شود(شکیل و همکاران، ۲۰۱۱).

اف اوقلو و همکاران (۲۰۰۹)گزارش کردند که کلروفیل a، b و مجموع کلروفیل در تمام ارقام ذرت به طور معنی‌داری تحت تنش خشکی کاهش یافت. کاهش کلروفیل بر اثر تنش خشکی در مریم گلی نیز گزارش شده است(الیزابتا برائو و مانیبوش، ۲۰۰۸). طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار کلروفیل a در محلول‌پاشی بوته‌ها با غلظت ۱میلی مولار سالیسیلیک اسید ۰/۲۹میلی گرم بر گرم وزن تر می باشد که نسبت به تیمار شاهد(۰/۲۳) افزایش ۲۰/۶۹ درصدی را نشان داد(شکل۴-۱۷). بلوچ و همکاران(۲۰۰۶) در تحقیق خود نشان دادند که تنش خشکی موجب کاهش‌کلروفیل در چغندرقند می‌شود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید، بیشترین کلروفیل a از ترکیب تیماری عدم تنش و محلول‌پاشی یک میلی مولار سالیسیلیک اسید به مقدار (۰/۴۱میلی گرم بر گرم وزن تر) بدست آمد و کمترین آن در ترکیب

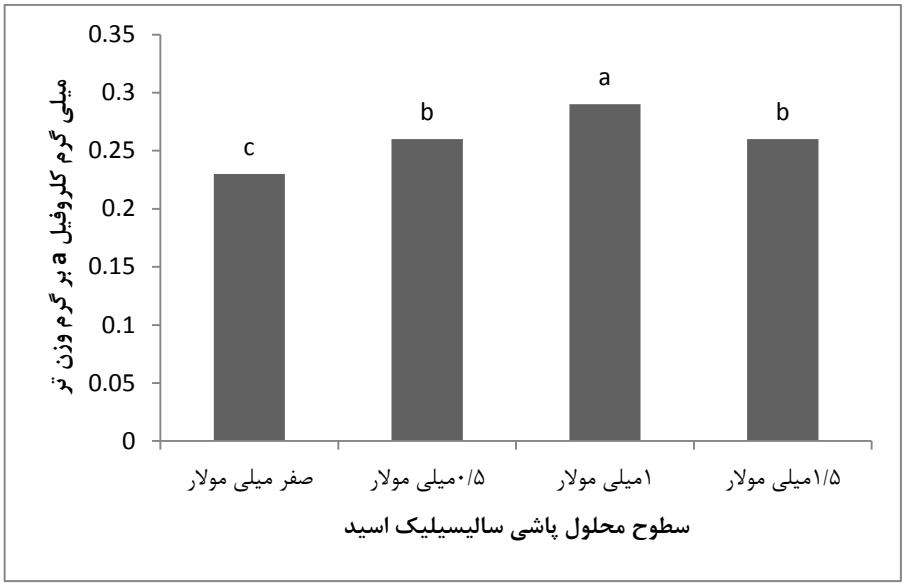
تیماری تنش شدید و محلول‌پاشی بوته‌ها با غلظت ۱/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید به مقدار(۰/۱۷میلی گرم بر گرم وزن تر) حاصل شد. در شرایط تنش شدید، محلول پاشی بوته با غلظت‌های مختلف سالیسیلیک‌اسید بر مقدار کلروفیل a تاثیری نداشت(شکل۴-۱۸). سالیسیلیک اسید بر فتوسنتز و رشد گیاه تحت شرایط تنش، اثر مثبت دارد و در واقع اسید سالیسیلیک از طریق توسعه واکنش‌های ضد تنشی، نظیر افزایش تجمع پرولین، باعث تسریع در بهبود رشد پس از رفع تنش می‌شود (شاکیرووا و همکاران، ۲۰۰۳). نتایج این تحقیق با بررسی های نجفی و همکاران (۱۳۸۹) نیز مطابقت دارد. در مطالعه‌ای که توسط خوداری(۲۰۰۴) روی ذرت انجام گرفت مشخص شد محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید موجب افزایش شاخص های رشد، مقدار رنگیزه و سرعت فتوسنتز می‌گردد. در یک بررسی در زمینه محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر دانهال های خیار *Cucumis sativus* انجام شد، سالیسیلیک اسید محتوی کلروفیل برگ را افزایش داد(مردانی و همکاران، ۲۰۱۰). هایات و همکاران (۲۰۰۸) به مطالعه رشد گیاه گوجه فرنگی تحت تنش کم آبی در پاسخ به کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک پرداختند.

نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار گیاهان تحت تنش با غلظت‌های پائین اسید سالیسیلیک موجب بهبود اثرات نامطلوب ناشی از تنش آبی نظیر کاهش پتانسیل آبی، کاهش پارامترهای فتوسنتزی، کاهش انسجام غشاء و کاهش فعالیت آنزیم هایی نظیر نیترات رداکتاز و کربونیک آنهیدراز گردید. محلول پاشی برگی ذرت با سالیسیلیک اسید موجب افزایش شاخص‌های رشد، مقدار رنگیزه ها، سرعت فتوسنتز و مقدار کربوهیدرات‌ها گردید. همچنین سالیسیلیک اسید موجب افزایش مقدار فتوسنتز خالص، غلظت CO_2 داخلی، کارایی مصرف آب، هدایت روزنه‌ای و مقدار تعرق در *Brassica juncea* گردید(فریدالدین و همکاران، ۲۰۰۳). بسته شدن روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه‌ای باعث کاهش ورود CO_2 و در نهایت کاهش تثبیت CO_2 می‌شود (مولنر و همکاران، ۲۰۱۰). عوامل غیر روزنه‌ای مانند کاهش انتقال الکترون، کاهش فعالیت آنزیم‌های سیکل کالوین از جمله رابیسکو و کاهش تولید ATP از عوامل غیر روزنه‌ای هستند که برای کاهش فتوسنتز ذکر شده‌اند(پاری و

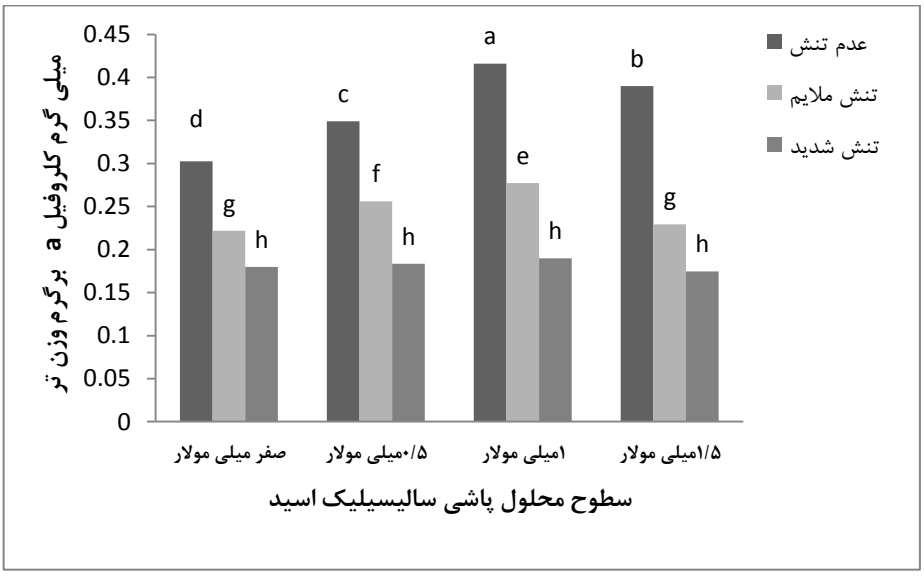
همکاران، ۲۰۰۲). زمانی که گیاه با کمبود آب مواجه می‌شود، در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها، سرعت تعرق و فتوسنتز به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد(هیرایاما و همکاران، ۲۰۰۶). جلوگیری از رشد همراه با بسته شدن روزنه‌ها جزء اولین پاسخ‌های گیاهان به خشکی است(کلامکوسکی و همکاران، ۲۰۰۶). و بسته شدن روزنه‌ها در پاسخ به کمبود آب رفتار مشترکی است که در میان گونه‌های گیاهی به چشم می‌خورد(پیرک و همکاران، ۲۰۰۶). غلظت CO_2 زیر روزنه ای بالا نشانگر این است که در شرایط تنش، CO_2 وارد شده به برگ به خوبی در فتوسنتز مورد استفاده قرار نگرفته است(انیاک و هرزوگ، ۲۰۰۴).



شکل۴-۱۶. مقایسه میانگین کلروفیل a تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل۴-۱۷. مقایسه میانگین کلروفیل a تحت تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید



شکل ٤-۱۸. مقایسه میانگین کلروفیل a تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری و سالیسیلیک اسید

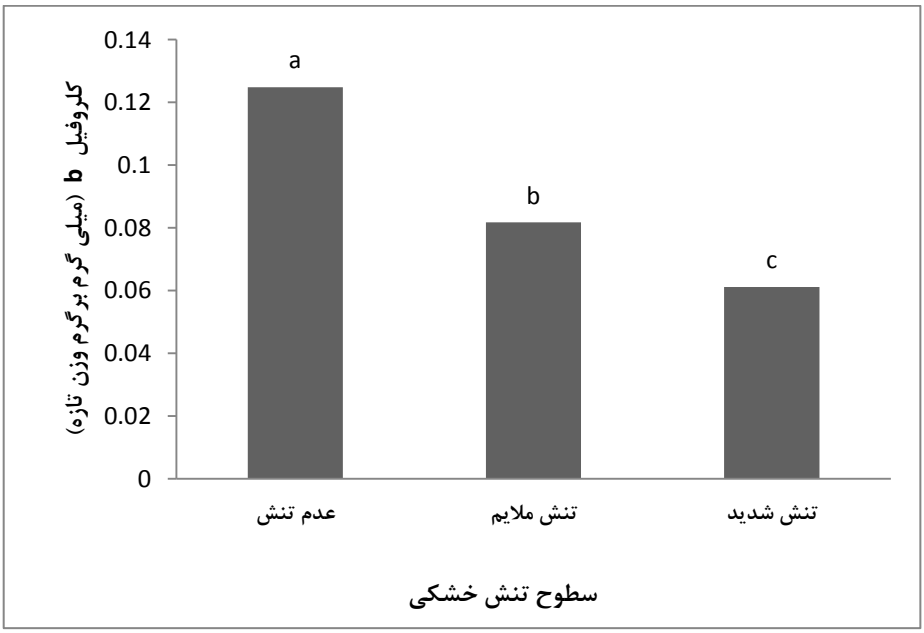
۴-۲-۲- کلروفیل b

طبق نتایج تجزیه واریانس مشاهده می‌شود اثر اصلی تنش‌خشکی بر کلروفیل b در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج نشان داد که اثر اصلی محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر کلروفیل

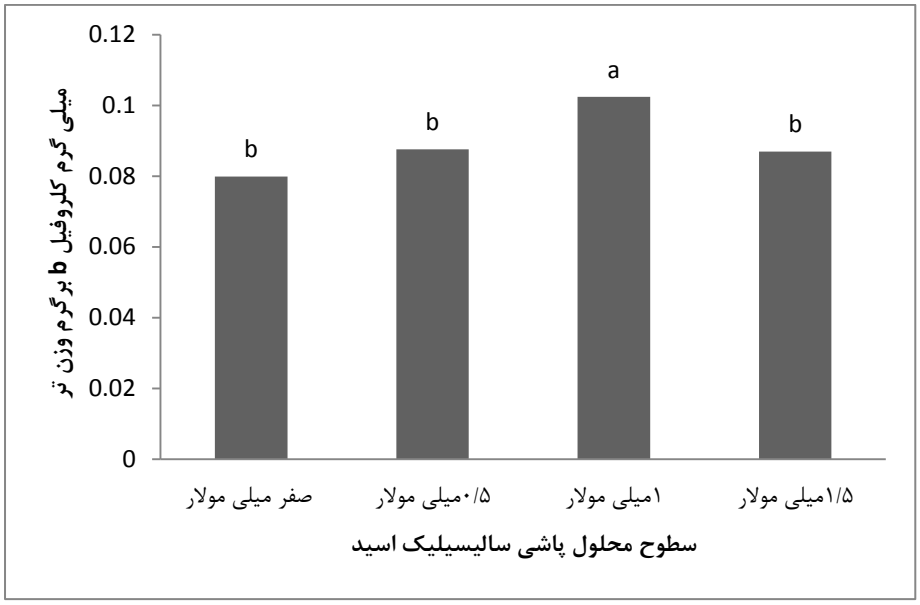
b در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد(جدول پیوست۲). نتایج مقایسه میانگین اثر تنش‌خشکی نشان داد که بیشترین کلروفیلb در تیمار شاهد به میزان ۰/۱۲ میلی گرم بر گرم وزن تر به دست آمد و کمترین آن در تیمار تنش شدید به میزان ۰/۰۶ میلی گرم بر گرم وزن تر حاصل شد که در واقع سطوح تنش‌خشکی سبب کاهش کلروفیلb می‌شود(شکل۴-۱۹). طبق مقایسه میانگین اثر سطوح سالیسیلیک‌اسید بیشترین کلروفیلb در سطح ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به میزان ۰/۱۰ میلی گرم بر گرم وزن تر بدست آمد اما بین دیگر سطوح سالیسیلیک اسید اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد(شکل ۴-۲۰). کاهش میزان فتوسنتز گیاه در شرایط تنش خشکی در بسیاری از مطالعات گزارش شده است، که این کاهش ناشی از عوامل روزنه ای و غیر روزنه ای موثر بر فتوسنتز است(کوچیوا و گیئورگیو، ۲۰۰۳).

گیمنز و همکاران (۱۹۹۲)گزارش کردند که کاهش فتوسنتز در برگ‌های آفتابگردان تحت تنش خشکی به عوامل روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای مربوط می‌باشد، اما در گزارش‌هایی دیگر عنوان شده که کاهش در فتوسنتز تحت رطوبت‌های مختلف خاک، بیشتر به واسطه کنترل غیر روزنه‌ای فتوسنتز می باشد. کاهش در کلروفیل تحت تنش خشکی اساسا به علت خسارت کلروفیل در نتیجه رادیکال‌های آزاد است(مفاخری، ۲۰۱۰). سینکی و همکاران (۲۰۰۴)گزارش کردند در تنش‌های طولانی مدت، دهیدراسیون بافت‌ها منجر به افزایش فرایند اکسیداتیو شده که باعث زوال ساختار کلروپلاست و کاهش کلروفیل و در نهایت کاهش فعالیت فتوسنتز می‌شود. کاهش محتوای کلروفیل تحت شرایط تنش‌خشکی گزارش شده است و حفظ غلظت کلروفیل تحت شرایط تنش‌خشکی به ثبات فتوسنتز در این شرایط کمک می‌کند(کاستریلو، ۱۹۹۴). نتایج به دست آمده توسط سایر محققین نیز حاکی از آن است که مقدار کلروفیل با تنش‌خشکی کاهش می یابد (فاضلی رستم پور و همکاران، ۱۳۸۹؛ میر آخوری و همکاران، ۱۳۸۹؛ نزرلی و زردشتی، ۲۰۱۰؛ مفاخری ،۲۰۱۰).

ترحمی و همکاران(۱۳۸۸) گزارش کردند که تنش‌خشکی موجب کاهش معنی‌داری در مقدار کلروفیل a، b و کل گونه نوروزک می‌شود. در مطالعه دیگری تنش‌خشکی نیز سبب کاهش محتوای کلروفیلa، b شد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱). هایات و همکاران(۲۰۰۵)گزارش دادند مقدار رنگیزه و کلروفیل در گیاهچه‌های گندم حاصل از بذوری که با غلظت‌های پائین اسید سالیسیلیک(10^{-5}M) تیمار شده بودند، افزایش یافت در حالی که غلظت‌های بالا به صورت بازدارنده عمل کردند. فریدالدین و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید با غلظت‌های پایین‌تر روی *Brassic juncea*. موجب افزایش معنی‌دار مقدار کلروفیل می‌شود. همچنین مشاهده شده سالیسیلیک اسید می‌تواند فتوسنتز کل گیاهی را در گیاهان در معرض تنش افزایش دهد(لارکو، ۱۹۷۹). بر اساس گزارشی دیگر کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط تنش باعث افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی و در نتیجه مقدار کلروفیل جو گردید(فای و بازید، ۲۰۱۴).



شکل ۴-۱۹. مقایسه میانگین کلروفیلb تحت تأثیرسطوح مختلف تنش کم آبیاری

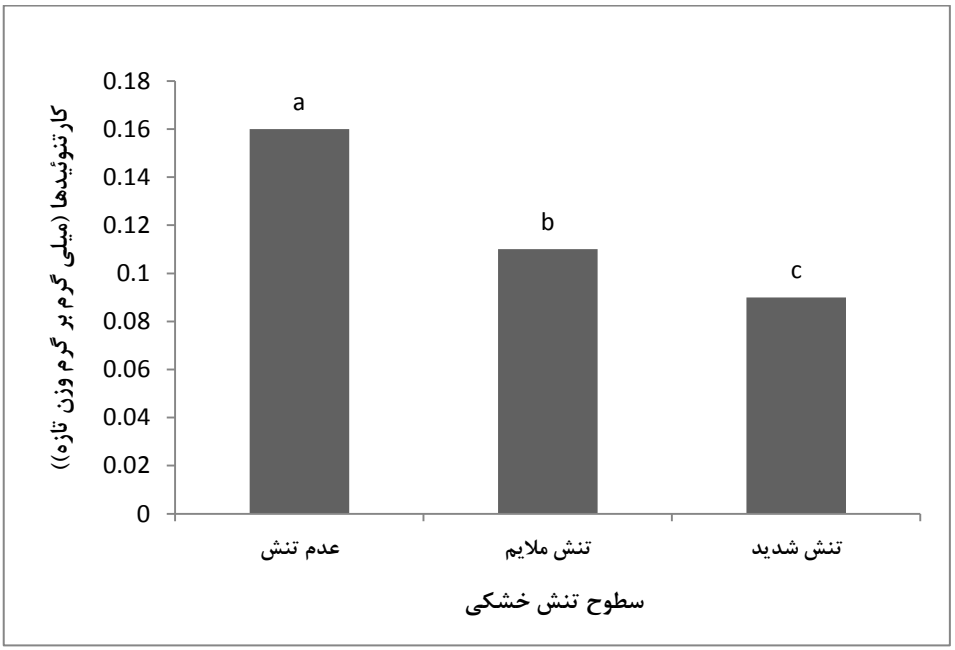


شکل ۴-۲۰. مقایسه میانگین کلروفیلb تحت تأثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید

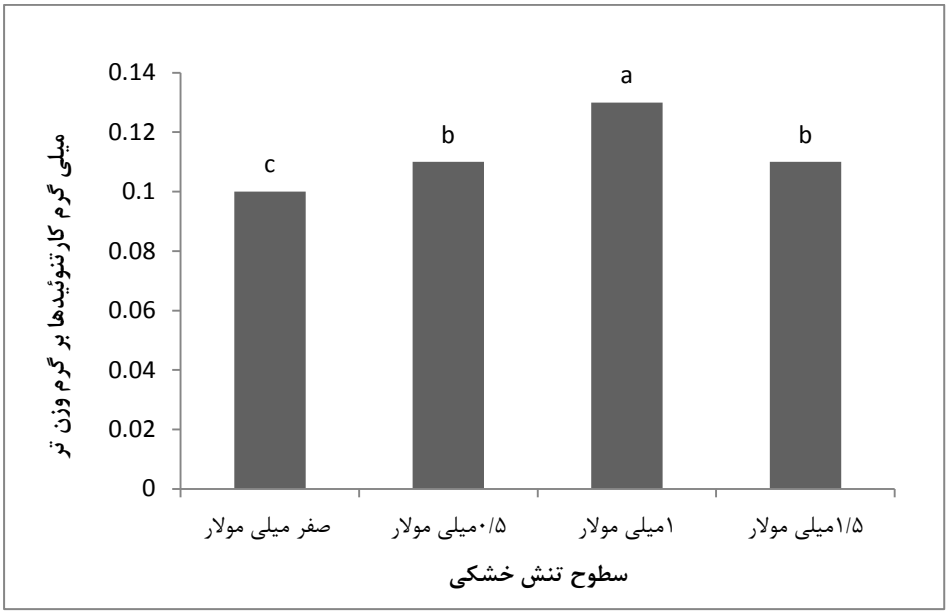
۴-۱- ۱۰-کارتنوئیدها

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد اثر کلیه منابع تغییر بر میزان کارتنوئیدها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد(جدول پیوست۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر تنش خشکی کمترین میزان کلروفیل در شرایط تنش شدید(۰/۰۹میلی گرم بر گرم وزن تر)حاصل شد که نسبت به میزان آن در تیمار شاهد(۰/۱۶میلی گرم بر گرم وزن تر)کاهش ۴۳/۷۵ درصدی را نشان داد(شکل۴-۲۱). طبق نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید، بوته‌هایی که با غلظت ۱ میلی مولار محلول پاشی شدند دارای بیشترین مقدار کارتنوئید (۰/۱۳میلی گرم بر گرم وزن تر) می باشند ولی بوته‌هایی که با غلظت صفر میلی‌مولار سالیسیلیک اسید محلول پاشی شدند(تیمار شاهد) دارای کمترین مقدار کارتنوئید (۰/۱۰میلی‌گرم بر گرم وزن تر) می‌باشند که افزایش ۲۳/۰۷ درصدی را نشان داد. همچنین محلول پاشی بوته ها با غلظت‌های ۰/۵ و ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلک‌اسید تاثیر معنی‌داری بر مقدار کارتنوئید نداشت (شکل۴-۲۲). طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین بیشترین میزان کارتنوئیدها(۰/۱۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) از ترکیب تیماری عدم تنش و

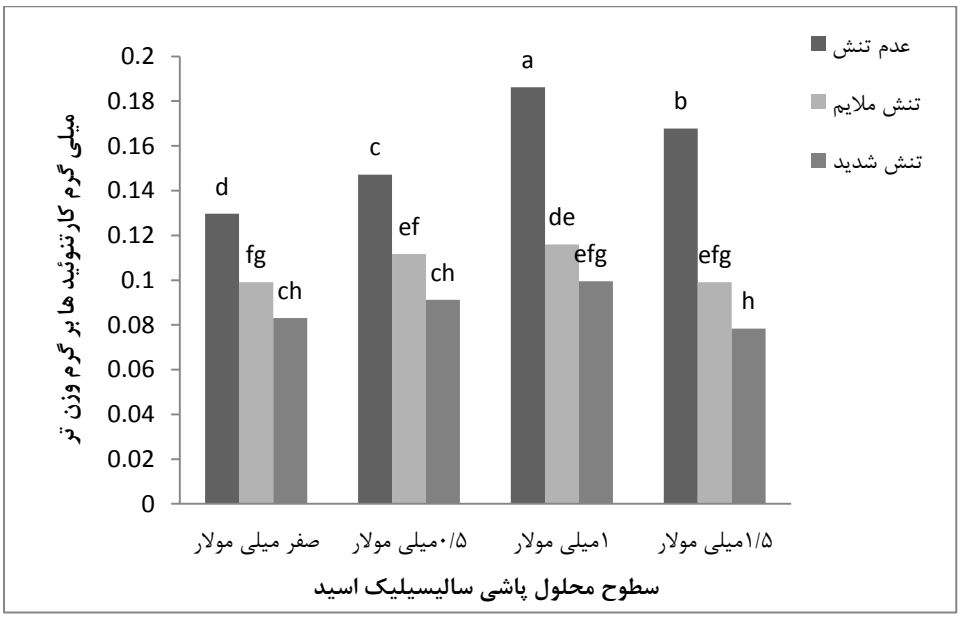
محلول‌پاشی۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به دست آمد و کمترین میزان آن(۰/۰۸میلی گرم بر گرم وزن تر) در شرایط تنش شدید و محلول پاشی ۱/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید حاصل شد(شکل۴-۲۳). کارتنوئیدها قادرند که انرژی زیاد طول موج های کوتاه را گرفته و اکسیژن منفرد را به اکسیژن سه تایی تبدیل کنند و با گرفتن رادیکال‌های اکسیژن تولید شده، نقش آنتی اکسیدانی خود را ایفا می‌کند(اینزه و مونتاگو، ۲۰۰۰). ال طیب (۲۰۰۵) از افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیلی و کارتنوئیدی در شرایط محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید گزارش کرده و نتیجه این امر را افزایش سرعت فتوسنتز دانسته است.



شکل۴-۲۱. مقایسه میانگین کارتنوئیدها تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل۴-۲۲. مقایسه میانگین کارتنوئیدها تحت تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید



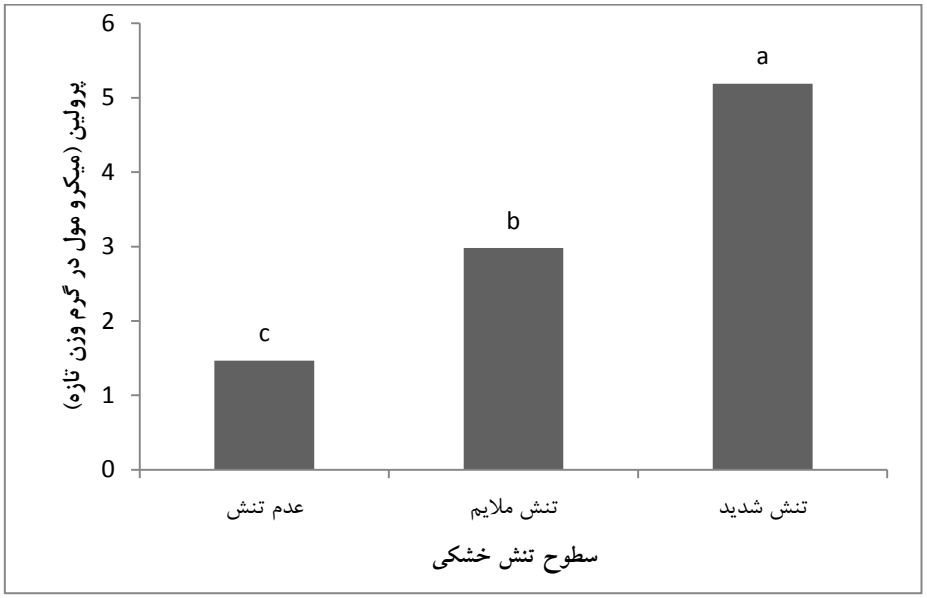
شکل۴-۲۳. مقایسه میانگین کارتنوئیدها تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری و سالیسیلیک اسید

۴-۲- ۳-پرولین

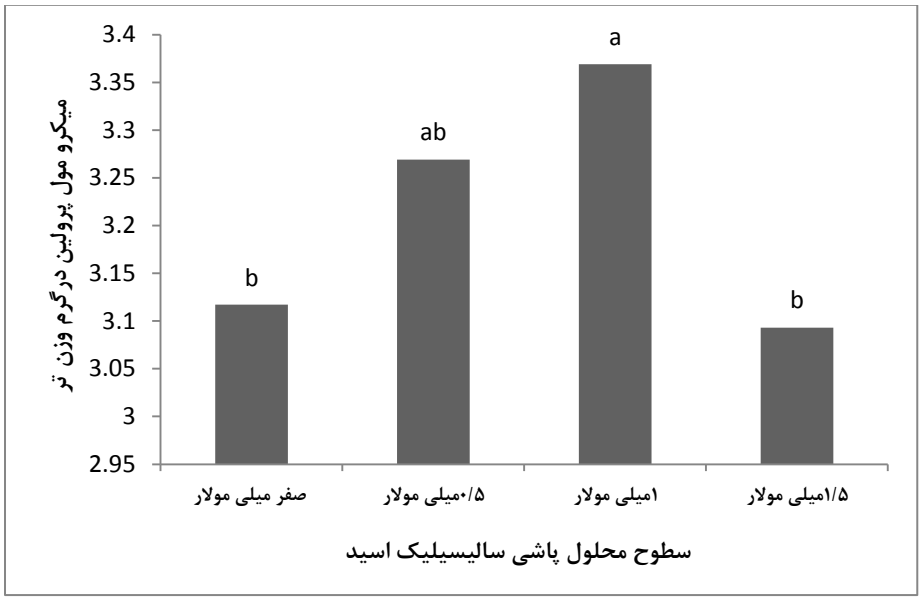
نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تنش خشکی بر پرولین در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد و اثر اصلی سالیسیلیک اسید بر پرولین در سطح احتمال ۵ درصد معنی

دار شد. اثر متقابل تنش‌خشکی و سالیسیلیک اسید بر پرولین معنی‌دار نبود(جدول پیوست۲). مقایسه میانگین تنش خشکی نشان داد که بیشترین میزان پرولین(۵/۲ میلی گرم بر گرم وزن تر) در شرایط تنش شدید به دست آمد که نسبت به میزان آن در تیمار شاهد(۱/۵میلی گرم بر گرم وزن تر) افزایش۷۱/۶۹ درصدی داشت (شکل۴-۲۴). از آنجا که پرولین یکی از حساس‌ترین اسمولیت‌های مقاومت به خشکی می‌باشد، تنش خشکی باعث افزایش شدید در تجمع این اسید آمینه می‌گردد(هالیول، ۱۹۸۷). افزایش میزان پرولین ممکن است در شرایط تنش به دلیل بیوسنتز پرولین یا کاهش اکسیداسیون پرولین به گلوتامات و یا افزایش تبدیل پروتئین باشد(سانادا و همکاران، ۱۹۹۵). هانسون و همکاران(۱۹۹۹) نشان دادند که بین تجمع پرولین و تحمل یا سازگاری به تنش خشکی همبستگی منفی وجود دارد. حال آنکه نتایج دیگران حاکی از آن است که پرولین به عنوان یک عامل مثبت در رابطه با سازگاری در شرایط تنش در گیاهان مطرح است (بلوم و ابیرکن، ۱۹۹۶). پرولین تحت شرایط تنش می تواند عملکردهای متفاوتی مانند ایجاد تعادل اسمزی، حفاظت از ساختار پروتئینی و غشاء سلول، تثبیت ساختارهای درون سلولی و حذف رادیکال‌های آزاد را داشته باشد(این لهوت، ۲۰۰۱؛ مولارینی و همکاران، ۲۰۰۴). افزایش پرولین منجر به حفظ تورم و کاهش خسارت غشاء در گیاهان می‌شود بدین ترتیب با روش تنظیم اسمزی تحمل به تنش کم آبی افزایش می یابد (پاندی و آگاروال، ۱۹۹۸). تجمع پرولین تحت تنش‌خشکی، از سلول به وسیله ایجاد تعادل بین پتانسیل اسمزی سیتوسل، واکوئل و محیط خارجی، محافظت می‌کند(هاشمی نسب و همکاران، ۲۰۱۲). طبق نتایج مقایسه میانگین سالیسلیک اسید بیشترین میزان پرولین(۳/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) با محلول‌پاشی ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید به دست آمد، اما بین دیگر سطوح سالیسلیک اسید تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد(شکل۴-۲۵). در آزمایشی گلدانی روی گندم(حسین و همکاران، ۲۰۰۷)، گیاهانی که تیمار اسید سالیسیلیک دریافت کرده بودند، مقدار پرولین بیشتری داشتند. سالیسیلیک اسید معمولا با اثر بر هورمون‌های اتیلن و آبسیزیک اسید

بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و رشد گیاه را تنظیم می‌کنند. سالیسیلیک اسید از طریق افزایش مقدار آبسیزیک اسید باعث پیش سازگاری نسبت به استرس‌های اکسیداتیو می شود.



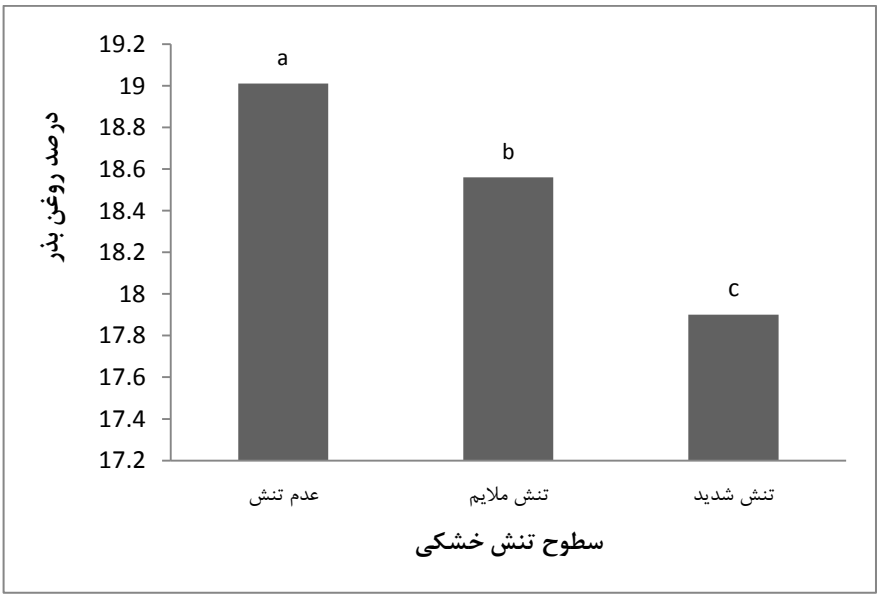
شکل۴-۲۴. مقایسه میانگین پرولین تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل۴-۲۵. مقایسه میانگین پرولین تحت تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید

۴-۲-۴- درصد روغن

طبق نتایج تجزیه واریانس تنها اثر اصلی تنش خشکی در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد و محلول‌پاشی سالیسلیک اسید بر درصد روغن معنی‌دار نشد(جدول پیوست۲). مقایسه میانگین تنش‌خشکی حاکی از آن است که بیشترین درصد روغن در تیمار شاهد به مقدار۱۹/۰۱ درصد در ماده خشک بدست آمد که نسبت به مقدار آن تیمار تنش شدید (۱۷/۹ درصد در ماده خشک) افزایش ۱/۰۲ داشت(شکل۴-۲۶). تنش خشکی موجب کاهش درصد روغن می شود که به نظر می‌رسد مربوط به کاهش دوره پر شدن دانه و عدم انتقال مواد فتوسنتزی به مقاصد تعیین‌کننده باشد که منجر به کاهش درصد روغن دانه می‌گردد. پاتل و پاتل (۱۹۹۶)در آزمایشی که انجام دادند نتیجه گرفتند که درصد روغن تحت تاثیر رژیم‌های آبیاری قرار می‌گیرند و با افزایش مقدار آبیاری درصد روغن نیز افزایش می‌یابد. در مطالعه‌ای که توسط امیری و همکاران(۱۳۹۱) انجام شد محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر درصد روغن در گلرنگ معنی دار نشد که با نتایج به دست آمده در این آزمایش مطابقت داشت.



۴-۲۶. مقایسه میانگین درصد روغن تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری

۴-۳- نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از این مطالعه با اختصار شامل موارد زیر می باشد:

۱- تنش کم آبی به ویژه تنش شدید تمام صفات بررسی شده به غیر از پرولین را کاهش می‌دهد که این تاثیر در تنش شدید مشهودتر بود.

۲- محلول‌پاشی ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید سبب افزایش ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه، میزان کلروفیل a، b و میزان پرولین شد.

۳- محلول‌پاشی ۱ میلی مولار سالیسلیک سبب افزایش صفات ارتفاع، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه، میزان کلروفیلa، b، کارتنوئیدها و میزان پرولین دانه شد و نسبت به سطح ۰/۵ میلی مولار بیشتر افزایش داشت.

۴-محلول‌پاشی ۱/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید سبب کاهش اغلب صفات اندازه گیری شده نسبت به شاهد شد.

۵- افزایش سطوح مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید سبب کاهش معنی‌داری بر روی وزن هزار دانه می شود.

۶-محلول‌پاشی ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در شرایط بدون تنش بیشترین تاثیر بر اغلب صفات اندازه گیری شده داشت.

۴-۴ پیشنهادها

۱-در این تحقیق کشت خرفه برای اولین بار در شرایط مزرعه در نیشابور و در یک سال زراعی انجام گرفته است. تکرار این آزمایش به منظور مشخص شدن عادات رشدی و اثرات آنتی اکسیدانی محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در شرایط تنش آبی نتایج مفیدی در بر خواهد داشت.

۲-بررسی بیشتر در مورد چگونگی کشت، خصوصیات رشدی ارقام مختلف خرفه در شرایط جغرافیایی مختلف

۳-بررسی چگونگی استخراج اسید چرب امگا۳ در اندام هوایی خرفه در طول دوران رشد و بذر آن

۴-بررسی غلظت‌های دیگر سالیسیلیک اسید در طول دوره رشد، در مراحل مهم چرخه زندگی گیاه

۵-بررسی دیگر تنظیم کننده های رشد در کاهش اثرات تنش های مختلف محیطی بر روی خرفه

۶-بررسی بیشتر در خواص آنتی اکسیدانی، دارویی و بهداشتی گیاه خرفه و معرفی آن جهت گنجاندن این گیاه در برنامه غذایی

پیوست

جدول پیوست۱. میانگین مربعات ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در گپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	شاخص سطح برگ	تعداد شاخه فرعی	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
تکرار (R)	۲	۵/۳۹۶ **	۰/۱۲۰**	۲۳/۱۱۱ns	۶۷۱/۱۹۴ **	۳۱/۷۵۰ **	۰/۰۰۰۱	۱۷۰۴/۰۲۶ **
تنش خشکی(S)	۲	۱۱۲۱/۰۲۱ **	۱۲/۰۹۸**	۲۹۱۵/۴۴۴**	۸۶۴۴۶/۶۹۴ **	۲۵۸۱/۵۸۳**	۰/۰۹۳**	۲۶۹۲۷۶/۶۶۹ **
سالیسیلیک اسید(A	۳	۶۰ /۹۱۷**	۰/۰۲۹ns	۳۴/۹۹۱*	۱۳۷۵/۰۶۵ **	۱۴۷/۰۰۰ **	۰/۰۰۳ **	۱۹۴۲/۸۷۴ **
تنش خشکی× سالیسیلیک اسید ۶		۰/۱۶۰ns	۰/۰۰۲ns	۹/۴۰۷ns	۱۱/۱۷۶ns	۴/۱۳۹ **	۰/۰۰۰۳ **	۱۰۵/۸۸۴ns
خطای آزمایشی	۲۲	۰/۷۵۹	۰/۰۱۱	۷/۳۲۳	۱۰/۳۷۶	۰/۹۳۲	۰/۰۰۰۰۹	۱۰۸/۵۲۸
ضریب تغییرات(CV%)		۱/۴۶٪	۶/۰۷٪	۸/۳۸ ٪	۱/۶۹ ٪	۱/۴۲ ٪	۲/۰۵ ٪	۵/۳۲٪

ns و * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی دار بودن و معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد .

جدول پیوست ۲. میانگین مربعات صفات کلروفیلa، کلروفیلb، کارتنوئیدها ، پرولین، روغن

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیلa	کلروفیلb	کارتنوئید ها	پرولین	روغن
تکرار(R)	۲	۰/۰۰۰۵ns	۰/۰۰۰۵*	۰/۰۰۰۵*	۰/۰۰۳ns	۰/۰۰۰۱ ns
تنش خشکی(S)	۲	۰/۱۰۳*	۰/۰۱۳**	۰/۰۱۶**	۴۱/۹۵۹ **	۳/۷۷۶ **
سالیسیلیک اسید(A)	۳	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۱۵۳*	۰/۰۱۲ ns
تنش خشکی× سالیسیلیک اسید	۶	۰/۰۰۲ **	۰/۰۰۰۱ns	۰/۰۰۰۵ **	۰/۰۴۴ns	۰/۰۳۱ ns
خطای آزمایشی	۲۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۵۳	۰/۰۱۹
ضریب تغییرات(CV%)		۴/۵۵ ٪	۱۰/۱۷ ٪	۷/۶۳ ٪	۷/۱۷ ٪	۰/۷۵ ٪

ns و * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی دار بودن و معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد

منابع

ابراهیمی، ع.، ۱۳۸۰. ضرورت اعمال نگرش سیستمیک در مدیریت توسعه پایدار گیاهان دارویی، انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، مجموعه مقالات همایش ملی گیاهان دارویی، شماره ۱۳۸۰-۲۸۰.

ارمندپیشه، ا.، ایران نژاد، ح.، اله دادی، ا.، امیری، ر.، کلیائی، ا.ع.، ۱۳۸۸. اثر کاربرد زئولیت بر جوانه زنی و قدرت رویش بذور کلزا تحت تنش خشکی. فصلنامه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱ (۱): ۵۴-۶۲.

امام، ی، ع.، رنجبری و. م.، بحرانی، ح.، ۱۳۸۶. ارزیابی عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ های گندم تحت تاثیر تنش خشکی پس از گلدهی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم. شماره اول(ب) ۳۱۷-۳۲۶.

امیری، ا.، سیروس مهر، ع.، اسمعیل زاده بهابادی، ص.، ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی و محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر عملکرد و درصد روغن گلرنگ در منطقه سیستان. سیزدهمین کنگره زراعت.

امید بیگی، ر. ۱۳۷۴. رهیافت های تولید و فرآوری گیاهی دارویی چاپ اول. انتشارات فکر روز. جلد اول. صفحه ۳۴.

انصار، ز.، کمالی، م.، برادران فیروزآبادی، م.، کامکار، ب.، ۱۳۸۹. بررسی محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر صفات کمی ، درصد روغن و پروتئین دانه کنجد. مقالات سیزدهمین کنگره زراعت.

اهوازی، م.، رضوانی اقدم، ع.، حبیبی خانیانی، ب. ۱۳۸۶. بذر گیاهان دارویی(مورفولوژیکی، فیزیولوژی و خواص دارویی) جلد اول. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران.

بابایی،ک.، امین دهقی، م.، مدرس ثانوی، ع .م.، جباری، ر.، ۱۳۸۹ . اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد تیمول در آویشن. (*Thymus vulgaris* L.) فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد۲۶، شماره ۲، صفحات ۲۵۱-۲۳۹.

برادران فیروزآبادی، م. ۱۳۸۱. بررسی رابطه صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام چغندرقند با تنش خشکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.

پورموسوی، م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا.وبصیرانی، ن. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر تنش خشکی و کود دامی برمحتوای رطوبت، میزان پایداری غشای سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا.علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴: ۱-۹.

ترحمی، گ.، لاهوتی، م. ،عباسی، ف.،۱۳۸۸. بررسی اثرات ناشی از تنش خشکی بر روی تغییرات قندهای محلول، میزان کلروفیل و پتاسیم در گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia Benth.*). فصلنامه علوم زیستی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان. جلد ۳. شماره ۲ ، صفحه ۷-۱.

حسینی، ب.، مجیدی، م.، میرلطفی، ا. ،موسوی، م. ۱۳۹۱. برآورد پارامتر های ژنتیکی و ترکیب پذیری عمومی در جوامع پلی کراس(*Dactylis glomerata*)تحت شرایط عدم تنش و تنش خشکی. مقالات سیزدهمین کنگره زراعت.

حکمت شعار، ح. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار (ترجمه)، انتشارات نیکنام، تبریز، ص ۳۷۸.

رامک، م .، ر، خاوری نژاد، ح، حیدری شریف آباد، م، رفیعی و ک، خادمی. ۱۳۸۴. تاثیر تنش آب بر میزان ماده خشک و رنگیزه های فتوسنتزی در دو گونه اسپرس. فصلنامه پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. جلد ۱۴ شماره ۲: ۹۱-۸۰.

سپهری، ع.، مدرس ثانوی، س. ع. م.، قره یاضی، ب. . یمینی، ی. ۱۳۸۱. تاثیر تنش آب و مقادیر مختلف نیتروژن بر مراحل رشد و نمو، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. مجله علوم زراعی ایران. جلد۴. شماره۳. صفحات ۱۸۴ تا ۱۹۵.

سرمدنیا، غ. ح.، و کوچکی، ع. ۱۳۶۸. جنبه های فیزیولوژیکی زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۶۰ صفحه.

سرمدنیا، غ. ۱۳۷۲. اهمیت تنش های محیطی در زراعت. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

شکاری، ف. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر تنش خشکی بر فنولوژی، روابط آبی، رشد، عملکرد و کیفیت محصول کلزا. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.

طالقانی، د. ۱۳۷۷. مطالعه کارآیی مصرف آب و ازت در شرایط مطلوب و تنش در دو آرایش کاشت چغندرقند. رساله دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.

فاضلی رستم پور، م.،ثقه الاسلامی، م.ج.، موسوی، غ.، ۱۳۸۹. بررسی تاثیر تنش خشکی و سوپرجاذب بر محتوی نسبی آب و شاخص کلروفیل برگ و رابطه‌ی آن ها با عملکرد دانه در ذرت، فصل نامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاداسلامی واحد اهواز. س۲، ش ۱، ص ۱۹- ۳۱.

کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ. ح. ۱۳۸۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه) (چاپ دهم). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

محمدیان، ر. ۱۳۸۰. تعیین شاخص های فیزیولوژیکی مؤثر در گزینش رگه های مقاوم به خشکی در چغندرقند. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.

مظاهری تیرانی، م.، منوچهری کلانتری، خ. و حسیبی، ن. ۱۳۸۷. اثر متقابل اتیلن و اسید سالیسیلیک بر القای تنش اکسیداتیو و مکانیسم مقاومت به آن در گیاه کلزا (*Brassica napus*). مجله زیست شناسی ایران. جلد۲۱. شماره۳. صفحات۴۲۱ تا۴۳۱.

نجفی، ح.، صفاری، م.، ۱۳۹۰. بررسی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن در ارقام کنجد. یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۸ – ۲۰ بهمن.

وفابخش ج.، نصیری محلاتی، م. کوچکی، ع. ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی بر عملکرد و کارایی مصرف نور در ارقام کلزا (*Berasica napus*). مجله پژوهش های زراعی ایران.۶: ۲۰۸-۱۹۳

یزدانی، ف.، اله دادی، ا.، اکبری، غ.، بهبهانی، م، ر.، ۱۳۸۶. تأثیر مقادیر پلیمر سوپرجاذب (Tarawat A200) و سطوح تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا، پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۷۵. ۱۶۷-۱۷۴.

.

-Abdul jaleel, C., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Soma Sundaram, R. and Panneersevam, R. 2007. Water deficit stress mitigation by calcium chloride in (*Catharanthus roseus*): Effects on oxidative stress, proline metabolism and indole alkaloid accumulation. Colloids and Surfaces. 60: 110-116.

-Abdel-Moneim, A. E., Dkhil, M. A. and Al-Quraishy, S. 2011. The redox status in rats treated with flaxseed oil and lead-induced hepatotoxicity, Biological Trace Element Research, vol. 143, no. 1, pp. 457–467.

-Ain-Lhout, F., Zunzunegui, M., Diaz Barredas, M.C., Tirado, R., Clavijo, A. and Garcia Novo, F. 2001. Comparison of proline accumulation in two mediterranean shrubs subjected to natural and experimental water deficit. Plant and Soil, 230: 175-183.

-Ajmal khan, M., Zaheer, A.M. and Hameed, A. 2006. Effect of sea salt and L-ascorbic acidon seed germination of halophytes. Journal of Arid Environments 67, 535-540.

-Alam, M. A., Juraimi, A. S. and Rafii, M. Y. 2014. Evaluation of antioxidant compounds, antioxidant activities and mineral composition of 13 collected purslane (Portulaca oleracea L.) accessions," BioMed Research International. Article ID 296063, 10 pages.

-Alister, B. G., Stadin, J. V. Vanstaden, J. 1995. Effect of artificially induced stress condition on the growth of medisenal plant. Egyption Journal of Agronomi and Holticulture (1995). 97-108.

-Alverez, A.L. 2000. Salicylic acid in machinery of hypersensitive cell death and disease resistance. Plant Mol. Biol. 44: 429- 442.

-Amin, A. A., Li, S., Rashad, M., Fatma, A. and Gharib, E. 2008. Changes in morphological, physiological and reproductive characters of wheat plants as affected by foliar application with salicylic acid and ascorbic acid. Aust. J. Basic Appl. Sci., 2: 252-261.

-Anyia, A.O. and Herzog, H. 2004. Water use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought. Europ. J. Agron. 20: 327-339.

-Araus. J.L., Slafer G.A., Reynolds M.P and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? Ann. Bot. 89, 925–940.

-Arcidiacono, S. and Pavone, P.1994. Erbe spontanee commestibili del territorio etneo, in Bollettino Accademia Gioenia Scienze Naturali. p. 461-588

-Arfan, M., Athar, H. R. and Ashraf, M. 2007. Does exogenous application of -salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress? J. Plant. Physiol.164:685-694.

-Ashraf, M.Y., Azim, A.R., Khan, A.H. and Ala, S.A. 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat (*Triticem aestivum*). Acta Physiologia Plantarum. 16: 185- 191.

-Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betain and porolin in improving plant abiotic stress resistance. Environ. Bot. 59: 206-216.

-Atzei, A.D.2003. Le piante nella tradizione popolare della Sardegna, Sassari.

-Bacem, M. Aouani, ME. and Mohamadi, R . 2007. Nodulation and growth of common bean (phaseous vulgaris) under water deficiency. Soil Biology and Biochemistry 39 : 1744 – 1750.
-Ballerini, L.2008. Erbe da mangiare, Milano, Mondadori.
-Bates, L. S. 1973. Rapid determination of free prolin for water- stress studies. Plant Soil, 39: 205-207.
-Bensen, T.A., S.A. Fennimore, S. Shem-Tov, S.T. Koike, R.F. Smith and Subbarao, K.V. 2009. Mustard and other cover crop effects vary on lettuce drop caused by Sclerotinia minor andon weeds. Plant Disease: An International Journal of Applied Plant Pathology 93:1019-1027.
-Bellinder, R.R., R.W. Wallace, and G.L. Jordan. 1997. English pea (*Pisum sativum*) tolerance to paraquat and paraquat plus bentazon. Weed Technol. 11:39-44.
-Bezrukova, M., Sakhabutdinova, V., Fatkhutdinova, R., Kyldiarova, R.A., Shakirova, I. and Sakhabutdinova, F.A.R. 2001. The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. Agrochemiya (Russ). 2: 51–54.

-Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Enviornments. CRC Press, Boca Raton, U.S.A.

-Blum, A. and Ebercon, A. 1996. Genotypic responses in sorghum to drought III. Free proline accumulation and droughtresistance. Crop Sci 16: 428-431.
-**Blum, B. and Emercon A.1981.** Cell membrane staibility as a measure of drought and heat tolerance in weath. J. Crop Sci. 21: 43-47.

-Bloch, D., Hoffman, C.M. and Martandar, B. 2006. Impact of water supply onphotosynthesis, water use and carbon isotope discrimination of sugar beet genotypes. Euro. J. Agron. 24. (3): 218-225.

-Borsani, O., Cuartero. J., Valpuesta, V. and Botella, M.A. 2002. Tomato tosl mutation identifies a gene essential for osmotic tolerance and abscisic acid sensitivity. Plant Journal 32, 905-914.
-Boulos, L. 1983. *Medicinal Plants of North Africa.* UK: Reference publications.
-Burguieres, E., McCu, P., Kwon, Y.I. and Shetty, K. 2007. Effect of vitamin C and folic acidon seed vigour respondent phenolic-linked antioxidant activity. Bioresource Technology 98 (7), 1393-1404.
-Burk, J. J. and Omahony, J. 2001. Protective role in acquired temotolerance of developmentally regulated heat shok proteins in cotton seeds. Sci.2; 147-183.

-Caneva, M. Pontrandolfi, A. and Fascetti, S. 1998. Le piante alimentari spontanee della Basilicata, Potenza, Regione Basilica.
-Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages onvegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research 89: 1-16.
-Carvalho, I. S., Teixeira, M. and Brodelius, M. 2009. Effect of salt stress on purslane and potential health benefits oxalic acid and fatty acids profile. The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI, UC Davis, http://escholarship .org/uc/item/4cc78714.

-Cattabiani, A. 1996. Florario, Milano, Arnoldo Mondadori Editore..

-Cechin, I., Rossi, S., Oliveira, V. and Fumis, T. 2006. Photosynthetic responses and proline content of mature and young leaves of sunflower plants underwater deficit. Photosynthetica, 44(1): 143-146.

-Chapman, J., Stewart, R. B. and R. Yarnell, A. 1974. Archaeological evidence for pre-Columbian introduction of *Portulaca oleracea* and *Mollugo verticillata* into eastern North America. Econ. Bot. 28:411-412.

-Chen, H.J., Hou, W.C., Kuc, J. and Lin, Y.H. 2001. Ca^{2+} dependent and Ca^{2+} independent excretion modes of salicylic acid in tobacco cell suspension culture. J. Exp. Bot. 52: 1219- 1226.

-Chen, J., Shi,Y .P. and Liu, J.Y. 2003. Determination of noradrenaline and dopamine in Chinese herbal extract from (*Portulaca oleracea* L). byhigh-performanceliquid chromatography, in Journal of ChromatographyA, 1033, p. 127-132.

-Chimenti C. A., Pearson and Hall A. J.2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. Field Crop res. 75: 235-246.

-Choudhury, S. and Panda, S.K. 2004. Role of salicylic acid in regulating cadmium induced oxidative stress in *Oryza sativa* roots. Plant Physiol. 30 (3- 4): 95- 110.

-Christopher, A. 2013. biology and control of common purslane(*portulaca oleraca* L.).

-Clement, S. L. and Norris, R. F. 1982. Two insects offer potential biological control of protolaca. California agricultur.

-Creelman, R.A. and Mullet, J.E.1995. Jasmonic acid distribution and action in plants: regulation during development and response to biotic and abiotic stress. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 92: 4114 - 4119.

-Connard, M. H. and Zimmerman, P. W.1931. The origins of adventitious roots in cuttings of *Portulaca oleracea* L. Contrib. Boyce Thompson Institute 3:337-346.

-Coquillant, M. 1951. Sur les plantes les plus communes a la surface du globe. Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon 20:165-170.

-Cudney, D. W., Elmore, C. L. and molinar, R. H. 2007. Commen purslane integrated pest management for home gardeners ada lands cape professionals. UC Statwide IPM program, university of colifornia.

-Dat, J. F., Foyer, C. H. and Scott, I. M. 1998. Changes in salicylic acid and antioxidants during induced therm otolerance in mustard seedlings. Plant Physiol. 118: 1455-1461.

-Davis, P.J. 2005. Plant hormones biosynthesis, signal transduction, action! Springer. Germany. 750 pp.

-Drury, CH.1873. The useful plants of India. Madras, India.

-Dkhil, M. A. A., Moniem, E. A., Al-Quraishy, S. and Saleh, R. A. 2011. Antioxidant effect of purslane (Portulaca oleracea) and its mechanism of action," Journal of Medicinal Plant Research, vol. 5, no. 9, pp. 1589–1593.

-Dkhil, M. M., Abdel Moniem, A. A., Al-Quraishy, S. and Awadallah Saleh, R. 2010. Antioxidant effect of purslane (*Portulaca oleracea*) and its mechanism of action. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 5(9), pp. 1589-156.

-Duke, J.A.2002. Handbook of Medicinal Herbs, Boca Raton, CRC Press.

-Dunn, S. 1970. Light quality effects on the life cycle of common purslane. Weed Sci. 18:611-613.

-Dusky, J.A. and Stall, W.M. 1996. Evaluation of imazethapyr for weed control in leafy vegetable crops. Weed Technol. 10:253-257.

-Doulatabadian, A., Modarres Sanavy, S. A. M., Etemadi, F., 2007. Effect of Pretreatment of Salicylic acid on Wheat (*Triticum aestivum* L.(Seed Germination under Salt Stress. Iranian Journal Biology. 21:692-702.

-Efeoğlu, B., Ekmekçi, Y. and Çiçek, N. 2009. Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery South African Journal of Botany. 75, 34–42.

-Egley, G.H. 1974. Dormancy variations in common purslane seeds. Weed Sci. 22:535-540.

-Ehleringer, J. 1980. "Leaf morphology and reflectance in relation to water and temperature stress". In: Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress. pp. 295-308, Turner, N. C. and P. J. Kramer, Eds., Wiley, New York.

-Ehni A. A., mebrahtu T., Omara-Alwala T. R. and Ezekwe M. 1997. Environmental effects on yield and agronomic traits of purslane. Virginia jurnal of Science, 48; 1996-2003.

-Elizabeth Abreu, M. and Munne-Bosch, S. 2008. Salicylic acid may be involved in the regulation of drought-induced leaf senescence in perennials: A case study in field-grown salvia officinalis. L. Plants. Environmental and Experimental Botany. 64 (2): 105- 112.

-El-Sharkawi, H., Farghali, K.A. and Sayad, S.A. 1989. Interactive effects of water stress, Temperature and Nutrients in seed germination of tree desert plants. Academic Press of Egypt.

- El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley Gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation. 45: 215- 225.

-Enyedi, A.J., Yalpani, N., Sliverman, P. and Raskin, I. 1992. Signal molecule in systemic plant resistance to pathogens and pests. Cell. 70: 879- 886.

-Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A. and Alpaslan, M. 2007. Impact of exogenous salicylic on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. Sci. Hort. 113: 120-128.

-Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in Brassica juncea. Photosynthetica 41: 281–284.

-Faye, K.A. and Bazaid, S.A. 2014. Improving drought and salinity tolerance in barley by application of alicylic acid and potassium nitrate. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 13: 45–55.

-Felici, C. 1982. Lettere sulle insalate, Urbino, Accademia Raffaello. (16th cent. A.D.). Vol. 2, iss. 3, p. 63-68.

-Ghassemi-Golezani, K. and Lotfi, R. 2012. Responses of soybean leaves and grain yield to stress atreproductive stages cultivars. International Journal of plant, animal and environmental sciences. Vol. 2, iss. 3, p. 63-68.
-Gimenez, K., Mitchell, V. and Lawlor, D., 1992. Regulation of photosynthetic rate of two sunflower hybrids under water stress. Plant Physiology. 98: 516- 524.
-Gong, F., Li, F., Zhang, L., Li., J, Zhang, Z. and Wang, G. 2009. Hypoglycemic effects of crude polysaccharide from purslane. Int. J. Mol. Sci., 10: 880-888.
Gonzalez, A., Martin, I., and Ayerbe, L. 1999. Barley yield in water- stress conditions. The influence of precocity, osmotic adjustment and stomatal conductance. Field Crops Res. 62: 23-34.
-Gorske, S.F. and Hopen, H.J. 1978. Case of the purslane sawfly [for biological control of *Portulaca oleracea* and *Montia perfoliata*]. Am. Veg. Grow. 26:14-15.
-Gray, A. and J.H. Trumbull. 1883. Am. J. Sci. 125:241-255.

-Guil-Guerrero, J. and Rodriguez-Garcia. I. 1999. Lipids classes, fatty acids and carotenes of the leaves of six edible wild plants. European Food Research and Technology Untersuchung Und –Forschung. A 209:313-316.
-Halliwell, B. 1987. Free radicals and metal ions in health and disease; Proc. Nutr. Soc. 46 13-26.
-Hanson, W.D. 1993. Phenotypic recurrent selection for modified reproductive period in soybean. Crop Sci. 32:968-972.
-Hanson, A. D., Nelson, C. E. and Pederson, A. R. 1999. Capacity for proline accumulation during water stress in barley and implications for breeding fordrought stress. Crop Sci 19: 489-493.
-Hao, H., Nancai, Y., Lei, F., Wen, S., Guofu, H., Yanxia, W, Hanju, H. and Qian, L. 2009. Retracted: Antiaging effect of purslane herb aqueous extractsand its mechanism of Action. Phytother. Res., 23: 1-7.
-Hare, P.D., Cress, V.A., and staden, J.V. 1999.Proline synthesis and degredation: a model system for elucidating stress related signal transduction. J. Exp. Bot., 50:413-434
-Harmut, K. L. and Babani, F. 2000. Detection of photosynthetic activity and water stress by imaging the red chlorophyll fluorescence. Plant Physiol. Biochem. 38: 889-895.
-Hayat, S., Fariduddin, Q., Ali, B. and Ahmad, A. 2005. Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. Acta Agron. Hung. 53:433-437.
-Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effecte of salicyilic acid under changing environment: A review. Environ and Experi. Botany. 68:14-25.

-Hayat, S., Hasan, S.A., Farriddudin, Q. and Ahmad, A. 2008. Growth of tomato in response to salicylic acid under water stress. J. Plant Int. 3:297-304.

-Hayouni, E.A., Chraief, I., Abedrabba, M., Bouix, M., Leveau, J., Mohammed, H. and Hamdi, M., 2008. Tunisian *Salvia officinalis* L. and *Schinus molle* L. essential oils: Their chemical compositions and their preservative effects against Salmonella inoculated in minced beef meat. Int. J. Food Microbiol. 125, 242–251.

-Hernndez Bermejo, J.E. and Leń, J. 1992. Neglected crops: 1492 froma different perspective, Cordoba, Botanical Garden, (FAO Plant Production and Protection Series, 26).
-Hirayama, M., Wada, Y. and Nemoto, H. 2006. Estimation of drough tolerance based on leaf temperature in upland rice breeding. Breed. Sci. 56: 47-54.

-**Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V. and Herberger, J.P. 1977.** The world's worst weeds: Distribution and biology. Published for the East-West Center by the University Press of Hawaii, Honolulu

-**Hopen, H. J. 1972.** Growth of common purslane as influencing control and importance as a weed. Weed Sci. 20:20-23.

-**Hsiao, T.C. 1973.** Plant responses to water stress. Annu. Rev. Plant Physiol. 24: 519-570.

-**Hsu, S. Y. and Kao, C. H. 2003.** Differential effect of sorbitol and polyethylene glycol and antioxidant enzymes in rice leaves. Plant Growth Reg. 39: 83-90.

-**Human, J. J., Dutoit, D., Benzuid Enhout, H. D. and Bruyn, L. P. 1998.** The influence of plant water stress on net photosynthesis and yield of Sunflower.Agriculttural University of south Africa. Crop Science. 164(4):231-241.

-**Hussein, M.M., Balba, L.K. and Gaballah, M.S. 2007.** Salicylic acid and a possible role in the induction of chilling tolerance. Res. J. Agric. Biol. Sci. 3:321-328.

-**Isendahl, N. and G. Schmidt, 2006.** Drought in the mediterranean-WWF policy proposals. In A, edited by W. Report. Madrid.

-**Jaafari, P. and Imani, M. R. 2004.** Study of drought stress and plant density on yield and some agronomical traits of maize KSC 301. Abstracts of the 8th. Iranian

-**Jahadakbar, M.R. and H.R. Ebrahimian. 1998.** Evaluation of three agronomic management and six sugar beet cultivars to save water during the first season of the year. Abstracts of the 5th Iranian Agronomic and Crop Breeding Sciences. 30 Aug-3 Sept. Karaj. P: 284.

-**Jiang, Y. and N. Huang. 2001.** Drough and heat stress injury to two cool-season turf grasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidase. Crop Sci.41:436-442.

-**Jaleel, C. A.,Gopi, R. and Panneer, S. 2007.** Alteration in germination, seedling vigor lipid peroxidation and prolin metabolism in Catharanthusroseus seedlings salt stress. Sou. Afr. J. Bot. 73:190-195.

-**Javaheri1, M., Mashayekhi, K., Dadkhah, A., Zaker, F. 2012.** Effects of salicylic acid on yield and quality c,haracters of tomato fruit (Lycopersicum esculentumMill.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences.

-**Karam, F., Masaad, R., Sfeir, T., Mounzer, O. and Rouphael, Y. 2007.** Evaptranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. Agr. Water Manag. 75: 226-244.

-**Karlidag, H., Yildirim, E. and Turan, M .2009.** Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. J. Agric. Sci., 66: 271-278.

-**Kaplan, L. 1973.** Ethnobotany of the Apple Creek archaeological site, Southern Illinois. Amer. J. Bot. 60:39.

-**Kazemi, M., Tahmasbi, A. M., Valizadeh, R., Naserian, A. A. and Moheghi, M. M. 2009.** Assessment of nutritive value of four dominant weed species in range of khorasan distict oflran by in vitro and in situ techniques. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8 (11): 2286-2290.

-**Khan, W., Printhviraj, B. and Smith, D.L. 2003.** Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. J. Plant Physiol. 160:485-492.

-Khodabandeh, n.1991. Cereal crops.Tehran University Press.

-Khodary, SFA. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in the salt stressed maize plants. Int. J. Agric. Biol. 6: 5-8.
-Klamkowski, K. and Treder, W. 2006. Morphological and physiological responses of strawberry plants to water stress. Agricul Conspectus Sci. 71 (4): 159-165 .

-Kozlowski, G., Buchala, A. and M´etraux, J.P. 1999. Methyl jasmonate protects Norwayprotects Norwayprotects Norway spruce [Piceaabies (L.) Karst.] seedlings against Pythium against PythiumultimumTrow. Physiol. Mol. Plant Pathol. 55: 53 -58.

-Krantev, A., Yordanova, R., Janda, T., Szalai, G. and Popova, L., 2008. Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. Journal ofPlant Physiology 165(9), 920-931.

-Kumar, P., Dube, S. D. and Chauhan, V. S. 1999. Effect of salicylic acid on growth, development and some biochemical aspects of soybean (Glycine max L. Merrill). Int. J. Plant Physiol. 4: 327-330.
-Kumar, P., Lakshmi, N.J. and Mani, V.P. 2000. Interactive effects of salicylic acid and phytohormones on photosynthesis and grain yield of soybean. Physiol. Mol. Biol. Plant. 6:179-186.
-Lara, M.V., Disante, K.B., Podesta, F.E. Andreo, C.S. and Drincovich. M.F. 2003. Induction of a crassulacean acid like metabolism in the C4 succulent plant, *Portulaca oleracea* L.: Physiological and morphological changes are accompanied by specific modifications in phosphoenolpyruvate carboxylase. Photosynthesis Res. 77:241-254.

-Lanska, D. 1992. The Illustrated Guide to Edible Plants. Dartington, UK.
-Larqué, S.A. 1979. Stomatal closure in response to acetalsalicylic acid treatment. Z. Pflanzenphysiol, 93:371–5.
-Larque-Saavedra, A. and Martin-Mex, R. 2007. Effect of salicylic acid on the bio-productivity of plants. In: Hayat, S., Ahmad, A. (Eds). Salicylic Acid. A Plant Hormone. Springer Publishers. Dordrecht. The Netherlands.
-Lawlor, D. W. and Cornic.,G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants affected by N fertilization. Agron.J. 73-583-587.
-Lentini, F. and Venza, F. 2007. *Wild food plants of popular use in Sicily*, in *Journal Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3, p. 15.

-Lichtenthaler, H. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymol. 148: 350-382.
-Lopez, M., Humara, J.M., Casares, A. and Majada, J. 1999. The effect of temperature and water stress on laboratory germination of eucalyptus globulus labill. Seeds of different sizes. INRA. EDP Sciences. 57: 245- 250.
-Lovisolo, C. and Schuber, A. 1998. Effects of water stress on vesselsize xylem hydraulic conductivity inVitis vinifera L. Journal of Exp.Botany, 49(321): 693-700.
-Luciano, R., Gatti, C. and Colombo, M.L. 2008. *Erbe spontanee commestibili*, Boves, arabAFenice.
-Luo, Z., Wu, X., Xie, Y. and Chen, C. 2012. Alleviation of chilling injury and browning of postharvest bamboo shoot by salicylic acid treatment. Food Chem. 131 **(**3**)**: 456-461.

-Mafakheri, A., Siosemardeh,A., Bahramnejad, B., Struik, P.C. and Sohrabi, E. 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. AJCS .4(8), 580-585.

-Majd, A., Maddah, S. M., Fallahian, F., Sabaghpour, S. H. and Chalabian, F. 2006. Comparative study of the effect of salicylic acid on yield, yield components and resistance of two susceptible and resistant chickpea cultivars to *Ascochyta rabiei.* Iranian Journal of Biology. 3:314-324

-Majundar, S., Ghosh, S., Glick, B.R. and Durnbroff, F.B. 1991. Activities of chlorophyllase phosphoenol pyruvate carboxylase and ribulose- 1, 5- bisphosphate carboxylase in the primary leaves of soybean during senescence and drought. Physiol. Plant. 81: 473- 480.

-Manivannan, P., Abdul Jaleel, C., Sankar, B., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., Lakshmanan, GMA. And Panneerselvam, R. 2007. Growth, biochemical modifications and proline metabolism in (*Helianthus annuus* L.) as induced by drought stress. Colloids and Surfaces 59: 141-149.

-Mardani, H., Bayat, H., Selahvarzi, Y. and Azizi, M. 2010. Effect of Foliar spray of salicylic acid on morphological and physiological properties cucumber seedling (*Cucumis sativus*) under drought stress conditions. Proceeding of the first National Conference onSustainable Agriculture and Cleaner Products. 11-12 Nov. Isfahan Research Center of Agriculture and Natural Resources.

-Martin-Mex, R. and Larqué-Saavedra, A. 2001. Effect of salicylic acid in clitoria (*Clitoria ternatea* L.) bioproductivity in Yucatan, México. 28th Annual Meeting. Plant Growth Regulation Society of America. Miami Beach Florida, USA. July 1-5.

-Martin-Mex, R., Villanueva-Couob, E., Herrera-Campos, T. and Larque-Saavedra, A. 2005. Positive effect of salicylates on the flowering of Africanviolet. Sci. Hort. 103: 499-502.

-Matthews, J. F., Ketron, D. W. and Zane, S. F. 1993. The biology and taxonomy of the *Portulaca oleracea* L. (portulacaceae) complex in North America. Rhodora 95:166-183.

-May, L.H. and Milthorpe, F.L. 1962. Drought resistance of crop plants. Field Crop Abstracts. 15: 171- 179.

-Mazen, A.M.A. 2000. Changes in properties of phosphoenolpyruvate carboxylase with induction of Crassulacean acid metabolism (CAM) in the C4 plant *Portulaca oleracea*. Photosynthetica. 38:385-391.

-Mensah, J. K., Obadoni, B. O., Eroutor, P. G. and Onome-Irieguna, F. 2006. Simulated flooding and drought effects on germination, growth, and yield parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.) Afr J Biotechnol 5(13):1249-1253.

-Mitich, L. W. 1997. Common purslane (*Portulaca oleracea*). Weed Tech. 11:394-397.

-Miyanishi, K. and P. B. Cavers. 1981. Effects of hoeing and rototilling on some aspects of thepopulation dynamics of pure stands of *Portulaca oleracea* L. (purslane). Weed Res. 21:47-58.

-Miyanishi,K. and P. B. Cavers. 1980. The biology of Canadian weeds. 40. *Portulaca oleracea* L. Canadian J. Plant Sci. 60:953-963.

-**Miyanishi, K. and P. B. Cavers. 1981.** Effects of hoeing and rototilling on some aspects of thepopulation dynamics of pure stands of *Portulaca oleracea* L. (purslane). Weed Res. 21:47-58.
-**Mohamed, AI. and Hussein, A,S. 1994**. Chemical composition of purslane (*Portulaca oleracea*). Plant Foods Hum. Nutr., 45: 1-9.
-**Mohamedin, A. A. M., Kader, A. A. and Badran, N. M. 2006.** Response of sunflower to plants salt stress under different water table depths. J. Apl. Sci. Res. 2(12): 1175-1184.
-**Molinari, H.B.C., Marur, C.J., Bespalhok, J.C., Kobayashi, A.K., Pileggi, M., Pereira, F.P.P. and Vieira, L.G.E. 2004.** Osmotic adjustment in transgenic *Citrus* rootstocks (*Carrizo citrange*) overproducing proline. Plant Science, 167: 1375–1381.
- **Molnar, I., Gaspaar, L., Stehli, L., Dulai, S., Sarvari, E., Kiraly, I., Galiba, G. and Molnar-Lang, M. 2002**. The effects of drought stress on the photosynthetic processes of wheat and of Aegilops biuncialis genotypes originating from various habitats. In: Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology. 46 (3-4): 115-116.

-**Montgomery, F.H. 1964.** Weeds of Canada and the northern United States. Ryerson Press, Toronto.
-**Muenscher, W. C. 1980.** Weeds 2nd ed. Comstock Publishing Assoc. Cornell University Press. Ithaca, NY.
-**Nadkarni, KM. and Nadkarni , AK.1999.** Indian Materia Medica. Vol.1: Popular Prakashan.
-**Nasir Khan, M., Siddigui, H. M., Masroor, F., Khan, A. and Naeem, M. 2007.** Salinity induced changes in growth, enzyme activities, photosynthesis, proline accumulation and yield in linseed genotypes. World J Agric Sci. 3: 685- 695.

-**Nazarli, H. and Zardashti, M.R, 2010.** The Effect Of Drought Stress And Super Absorbent Polymer (A200) On Agronomical Traits Of Sunflower (*Helianthus Annuus* L.) Under Field Condition. Cercetări Agronomice în Moldova. 3(143): 4 – 14.

-**Nestel, P. J. 1987.** Polyunsaturated fatty acids (n-3, n-6)," The American Journal of Clinical Nutrition, vol. 45, no. 5, pp. 1161–1167.
-**Nonomura, A.M. and Benson, A.A. 1992.** The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 89: 9794–9798.
-**Oh, KB., Chang, IM., Hwang, KJ. and Mar, W. 2000.** Detection of antifungalactivity in *Portulaca oleracea* by a single-cell bioassay system. Phytother. Res., 14: 329-332.
-**Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L. and Lacroix, M. 2007**. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: E. coli O157: H7, Salmonella Typhimurium, Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes. Food Control. 18, 414.

-**Paknejad, F. Majidi, E., Noormohammadi, G., Seadat, A. and Vazan, S. 2006.** Evalution of drought stress on effective traits at accumulative assimilate of grain in different cultivars of wheat. Journal of Agricultural Sciences.Vol1: 137-148.

-**Paknejad, F., Mirakhori, M., Jami Al-Ahmadi, M., Tookalo, M.R., Pazoki, A.R. and Nazeri, P. 2009.** Physiological response of soybean (*Glycine max*) to foliar application of methanol under different soil moisture. American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 4(4): 311-318.

-Palaniswamy, U. R., McAvoy, R. J. and Bible, B. B. 2001. Stage of harvest and polyunsaturated essential fatty acid concentrations in purslane (Portulaca oleraceae) leaves," Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 49, no. 7, pp. 3490–3493.
-Palaniswamy, U. R., Bible, B. B. and McAvoy, R. J. 2002. Effect of nitrate: ammonium nitrogen ratio on oxalate levels of purslane. Trends in New Crops and New Uses, 453-455.
-Pandey, R. and Agarwal, R.M. 1998. Water stress-induced change in proline contents and nitrat reductase Activity in Rice under light and dark condition. *Physiology and Moecular Biology of Plants.*4:53-57.

-Pannacci, E. and Covarelli, G. 2009. Efficacy of mesotrione used at reduced doses for postemergenceweed control in maize (*Zea mays* L.). Crop Protection 28:57-61.

-Parry, O., Marks, J.A. and Okwuasaba, F.K. 1993. The skeletal musclerelaxant action of *Portulaca oleracea*: Role of potassium ions. J. Ethnopharmacol., 40: 187-194.
-Parry, M. A., Andralojc, P. J., Khan, S., Lea, P. and Keys, A. J., 2002. Rubisco activity: Effects of drought stress. Ann Bot. 89: 833-839.

-Parida, A.K. and Bandhu Das, A. 2004. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxico. and Envi. Safty. 60:324-349.

-Passioura, J.B., Condon, A.G. and Richards, R.A. 1993. Water deficits, the development of leaf area and crop productivity. In: Smith J.A.C., Griffiths H. (eds).

-Passioura, J.B. 2007. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. Journal of Experimental Botany, 58(2): 113-117.
-Patel, P. G. and Patel, Z .G., 1996. Effect of irrigation methods and levels on seed yield and quality of safflower. Journal of Oilseed Research 13: 53 -55.
-Pearce, D.W., Millard, S., Bray, D. F. and Rood, S. B. 2006. Stomatal characteristics of riparian poplar species in a semi-arid environment. Tree Physiol. 26: 211-218
-Peltonen, J. and Sainio, P.P. 1997. Breaking uniculm growth habit of spring cereal at high latitudes by crop management. Tillering, grain yield and yield components. J. Agron. Crop Sci. 178, 87-95.
-Picchi, G. and Pieroni, A. 2005. *LeErbe (Atlante dei prodotti tipici)*, Roma.

Water deficits plant responses from cell to community. BIOS Scientific Publishers limited, Oxford, 253-264.

-Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A. 1997. Salicylic acid:properties , biosynthesis and physiological role. Rev.Plant Physiol85-93.
-Popova, L.P., Maslenkova. L.T., Yordanova, R.Y., Ivanova, A.P., Krantev, A.P., Szalai, G. and Janda, T. 2009. Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. Plant PhysiolBiochem, 47: 224–231.

-Prasad, K.V.S.K., Pardha, S.P. and Sharmila, P. 1999. Concerted action of antioxidant enzymes and curtailed growth under zinc toxicity in Brassica juncea. Environ. Exp. Bot. 42:

-Quisumbing, E. 1987. Medicinal Plants of the Philippines.

-Radhakrishnan, R., Zakaria,M.N.M., Islam, M.W., Chen, H.B. and Kamil, M. K. 2001. Attas - *Neuropharmacological actions of* Portulaca oleracea *L. v.* sativa *(Hawk)*, in *Journal of Ethnopharmacology*, 76, p. 171-176.

-Rashed, A.N., Afifi. F.U. and Disi, A.M. 2003. Simple evaluation of the wound healing activity of a crude extract of *Portulaca oleracea* L. (growing inJordan) in Mus musculus JVI-1. J. Ethnopharmacol., 88: 131-136.

-Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant physiol. Plant Mol. Biol.

-Reddy, A. R., Chaitanya K.V. and Vivekananda, M. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants.J. Plant Physiol. 161:1189-1202. 1-8.

-Rifici, V. A. and Khachadurian, A. K. 1993. Dietary supplementation with vitamins C and E inhibits in vitro oxidation of lipoproteins," Journal of the American College of Nutrition, vol. 12, no. 6, pp. 631–637.

-Roshdi, M., Heydari Sharifabad, H., Karimi, M., Noor Mohammadi,G. and Darvish, F. 2006. A survey on the impact of water deficiency over the yield of sunflower seed cultivar & its components. Journal of Agricultural Sciences12, 109-120.

-Sairam, R.K., Deshmukh, P. S. and Saxna, D.C. 1998. Role of antioxidant systemes in Wheat genotype tolerance to water stress. *Biologia Plantrum*, 41(3).387-394.

-Sainio, P.P. and Rajala, A., 2001. Chlormequat chloride and ethephon affect growth and yield formation of conventional, naked and dwarf oat. Agric. Food Sci. Finland. 10, 165-174.

Salehi, M. 2004. The effect of increase of co_2 and salinity, aridity and nitrogen stresses on some of physiological and morphological of spring wheat. M. Sc. thesis, Agriculture Faculty of Ferdowsi University.

-Salisbury, E. 1961. Weeds and aliens. St. James Place, London. Gorske, S.F., A.M. Rhodes, and H.J.

-Samy, J., Sugumaran, M., Lee, K.L.W. and Wong, K.M. 2005. Herbs of Malaysia: An Introduction to the medicinal, culinary, aromatic and cosmetic use of herbs. Selangor: Federal Publications, 244p.

-Sannada, Y., Ueda, H., Kuribayashi, K., Andoh, T., Hayashi, F., Tama, N.i. and Wada, K. 1995. Novel light-dark change of proline levels in halophyte (*Mesembryanthemum Crystallinum* L.) and glycophytes (*Hordeum Vulaare* L. and *Triticum aestivum* L.) leaves and roots under salt stress. Plant Cell Physiol. 36:965- 970.

-Sanyal, D., Bhowmik, P.C. and Reddy, K.N. 2006. Leaf characteristics and surfactants primisulfuron droplet spread in three broadleaf weeds. Weed Sci. 54:16-22.

-Sella, A. 1992. *Flora popolare biellese. Nomi dialettali tradizioni e usi locali*, Collana della Fondazione Sella, Alesssandria, Edizioni Dell'Orso.

-Senaranta, T., Touchell, D., Bunn, E. and Dixon, K. 2002. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regul. 30: 157-161.

-Shakeel, A. A., Xiao-yu, X., Long-chang, W., Muhammad, F. S., Chen, M. and Wang, L. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of AgriculturalResearch. 6: 2026-2032

-Seraj, R. and Sinclair, T.R. 2002. Osmolyte accumulation can it really help increase crop yield under drought conditions? Plant Cell Environ. 25: 333-341.

-Shakirova, F.M. and Bezrukova, M.V., 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. Biology Bulletin. 24: 109–112.

-Shakirova, F.M., Shakhbutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdionova, R.A., Stone, P.J., Wilson, D.R., Reid J.B., and Gillespie, R.N. 2001. Water deficit effects on sweet corn. I. water use, radiation use efficiency, growth, and yield, Aust. J. Agric. Res. 52: 103–113.

-Shakirova, F.M., Shakhbutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdionova, R.A., Fatkhutdionova, D.R., 2003. Changes in the hormonal status of wheat seed ling induced by salicylic acid and salinity. Plant Sci, 164, 317-322.

-Shi, Q. and Zhu, Z. 2008. Effects of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber. Environ. Exp. Bot.63: 317-320.

-Shubhra, K., Dayal, J., Goswami, C. L. and Munjal, R. 2004. Effects of water-deficit on oil of *Calendula* aerial parts. Biologia Plantarum 48(3): 445-448.

-Simopoulos, A. P. and Salem Jr, N. 1986. Purslane: a terrestrial source of omega-3 fatty acids," The New England Journal of Medicine, vol. 315, no. 13, p. 833, 1986.

-Simopoulos, A.P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. Am. J. Clin. Nutr, 54: 438-463.

-Simopoulos, A.P, Norman, H.A., Gillaspy, J.E. 1995. Purslane in human nutrition and its potential for world agriculture. World Rev. Nutr. Diet, 77: 47-74.

-Simopoulos, A. P., Norman, H. A., Gillaspy, J. and Duke, E. 1992. Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants," Journal of the American College of Nutrition, vol. 11, no. 4, pp. 374–382.

-Simopoulos, A. P., Norman, H.A., Gillaspy, J.E. and Duke, J.A. 1998. Common Purslane a souree of Omega 3 fattyaads and antioxidants, *J. Ethnopharmacol*. 22:33-44.

-Simopoulous, A. P. 2004. Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. Biological Research, 37.

-Simopoulos, A.P., Tan, D. X., Manchester, L.C. and Reiter, R.J. 2005. Purslane: a plant source of omega-3 fatty acids and melatonin. Journal of pineal research 39:331-2.

-Sinaki, j. M., Nourmohammadi, G. and Maleki, A., 2004. Effect of water deficit on seedling, plantlets and compatible solutes of forage sorghum CV. speed feed. 4th International Crop Sci. Conference. Brisbane, Aus.

-Singh, J.S. and K.P. Singh. 1967. Contribution to the ecology of ten noxious weeds. J. Indian Bot. Soc. 46:440-451.

-Si-o-semardeh, A. 2003. Physiological of growth and yield of wheat cultivar related to Drought resistance ATP synthesis. Ph.D. dissertation, University of Tehran, Iran.

-Siriamornpun, S. and Suttajit, M. 2010. Microchemical components and antioxidant activity of different morphological parts of thai wild purslane (Portulaca oleracea), Weed Science, vol. 58, no. 3, pp. 182–188.

-Sliman, Z.T., Refay, Y.A. and Mostafa, K.A. 1994. Effects of cycocel rate and time of application on performance of two bread wheat cultivars. Res. Bult. 44, 5-19.

-Slaymarker, D.H., Navarre, D.A., Clark, D., Pozo, O.D., Martin, G.B. and Klessig, D.F. 2002. The tobacco salicylic acid- banding protein 3 (SABP3) is the chloroplast carbonic anhydrase, which exhibition antioxidant activity and plays a role in the hypersensitive defense response. PANS. 99 (18): 11640- 11645.

-Sticher, L., Mauchmani, B. and Metraux, J.P. 1997. Systemic acquired resistance. Annu. Rev. Phyto pathol. 35: 235- 270.

-Stintzi, A. and Browse, J. 2000. The Arabidopsis malestrile mutant, opr3, lacks the 12oxophytodienoic acid reductase required for jasmonate syntesis. Proc Natl Acid Sci USA97, 10625-10630.

-Stacewicz-Sapuncakis, M., Vengris, J., Marsh, H.V., Jennings, P.H. and Robinson, T. 1973. Response of common purslane to dicamba. Weed Sci.385-389.

-Sudhakar, D., Krishna Kishore, R. and Parthasarathy, P.R. 2010. *Portulaca oleracea* L. extract ameliorates the cisplatin-induced toxicity in chickembryonic liver. Indian J. Biochem. Biophys. 47: 185-189.

-Stocker, O. 1996. Physiological and morphological changes in plant due to water deficiency. Agron. J. 65: 63- 74.

-Tammaro, F. 1984. Flora officinale d'Abruzzo, Chieti, Regione Abruzzo.

-Tardieu, F., Zhang, J., Katergi, N., Bethenod, O., Palmen, S. and Davies, W.J. 1992. Xylem ABA controls the stomatal conductance of field grown maize subjected to soil compaction on soil drying. Plant Cell Environ. 15: 193- 197.

-Tasgin, E., Atici, O. and Nalbantoglu, B. 2003. Effects of salicylic acid and cold on freezing tolerance in winter wheat leaves. Plant Growth Regul. 41: 231- 236.

-Toselli, M.E. and Casenave, E.C. 2003. Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of content seeds. Seed Science and Technology. 31:727- 735.

-Turan, M. Kordali, S., Zengin, H., Dursun, A. and Sezen, Y. 2003. *Macro and micro mineral content of some wild edible leaves consumed in Eastern Anatolia*, in *Acta Agricultura Scandinavica Section B - Soil and Plant Science*, 53, 129-137.

-Uddin, M. K., Juraimi, A. S., Hossain, M., Anwar, A. F. and Alam, M. A. 2012. Effect of salt stress of Portulaca oleracea on antioxidant properties and mineral compositions Australian Journal Crop Science, vol. 6, pp. 1732–1736.

-Uddin, M. K., Juraimi, A. S., Ismail, M. R. and Brosnan, J. T. 2010. Characterizing weed populations in different turfgrass sites throughout the Klang Valley of western Peninsular Malaysia," Weed Technology, vol. 24, no. 2, pp. 173–181.View at Publisher.

-USDA, NRCS. 2010. The PLANTS Database. Available at http://plants.usda.gov (verified 24 Feb. 2010). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA.

-Vajrabhaya, M., Kumpun, W. and Chadchawan, S. 2001. The solute accumulation: The mechanism for drought tolerance in RD23 rice (Oriza sativa L.) Lines. Science Asia. 27: 93-97.

-Valentovic, P., Luxova, M., Kolarovic, L. and Gasparikova, O. 2006. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relations in two maize cultivars. Plant Soil Environ. 52: 186-191.

-Vengris, J., Dunn, S. and Stacewicz-Sapuncakis, M. 1972. Life history studies as related to weedcontrol in the northeast. 7. Common purslane. Res. Bull. Agric. Exp. Sta. University of Massachusetts. No. 598, Amherst. 44pp.
-Van Wyk, B.E. 2005. *Food Plants of the World*, Portland, Timber Press.
-Wardlaw, Z.F. 1967. The effect of water stress on the translocation in relation to photosynthesis and

-Walker, W. M. 1936. The Troyville Mounds Catahoula Parish, Lousiana. Bureau Amer. Ethnol. Bull. No. 113. 73pp.

-Watson, P. J. 1969. The prehistory of Salts Cave, Kentucky. Reports of investigations, No. 16. Illinois State Museum, Springfield, Ill. 86pp.
-Whelan, J. and Rust, C. 2006. Innovative dietary sources of n-3 fatty acids," Annual Review of Nutrition, vol. 26, pp. 75–103.

-World Health Organisation (WHO). 1990. Medicinal Plants in Viet Nam. Western Pacific Series No.3: Regional Publications.

-Yalpani, N., Enyedi, A.J., Leon, J. and Raskin, I. 1994. Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid, pathogenesis- related proteins and virus resistance in tobacco. Planta. 193: 372- 376.

-Yamaguchi-Shinozaki, K., Kasuga, M. and Liu, Q. 2002. Biological mechanisms of drought stress response. JIRCAS Japan Inter. Res. Center for Agricc. Sci., Working Reports PP.
-Yazici, I., Türkan, I., Sekmen, A. H. and Demiral, T. 2007. Salinity tolerance of purslane (Portulaca oleraceae L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation," Environmental and Experimental Botany, vol. 61, no. 1, pp. 49–57.
-Yegappan, T. M., Paton, D., Gates, C. T. and Muller, W. 1982. Water stress in sunflower (response of cyptla size). Annuals of Botany. London. 49: 63-68.

-Yusuf, M., Hasan, S.A., Ali, B., Hayat, S., Fariduddin, Q. and Ahmad, A. 2008. Effect of salicylic acid on salinity induced changes in *Brassica juncea*. J. Integrative Plant Biol. 50 (8): 1- 4.

-Zho, J.K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 53:247-278.

-Zimmerman, C.A. 1976. Growth characteristics of weediness in *Portulaca oleracea* L. Ecology. 57(5):964-974.

Abstract

Effects of foliar application of acid salicylic on some quantitative and qualitative characteristics of purslane **(*Portulaca oleracea* L)** in water deficit conditions.

Today medicinal plants, according to a special place in their community and health, scientific and research centers are considered. In this context and with a view to expanding the demand for treatment plants, it is necessary to investigate and develop research in this area are needed. Use of **common purslane (Portulaca oleracea L.)** as a food and medical plant has a long history. This plant is introduced as a treatment of all diseases in world health organization (WHO). Drought is the most important limiting factor for crop production and increasingly has become a major problem in many parts of the world. Water deficit is environmental stress that has negative and destructive effects on plant growth levels, structure and function. Nowadays, application of salicylic acid as a plant hormone in enhancement of plant resistance to stresses such as drought stress has increased.Predicted experiment for this research was carried out in factorial design base on random complete block design with three replications. Factors were salicylic acid sprayed with four levels (0, 0.5, 1, 1.5mM) and drought stress with three levels [no stress, mild stress and severe stress (6, 12, 18 days irrigation interval)]. Plants were sprayed before anthesis. The result of this experiment showed that effect of low irrigation had significant effect in 1% probability level on all characteristics. When the water deficit was become more, most of characteristics decreased except rate of prolin in leaf that had increased with more drought stress. Expectedly chlorophyll b in severe stress then mild stress increased. Salicylic acid sprayed acid had no effect on leaf and seed oil content. The levels of salicylic acid, application of 1mM salicylic acid increased plant height, the number of capsule, the number of seeds in capsule, carotenoids and rate of prolin. Plants which treated with 1mM salicylic acid under control condition had highest number of seed in capsule, chlorophyll a and carotenoids. But plants with 0mM salicylic acid treatment and without drought stress had highest 1000 grain weight. Finally, the use of salicylic acid under drought stress condition improved plant characteristics quantity and quality.

Keywords: purslane, drought, salicylic acid, yield

University of Shahrood

Faculty of Agriculture

Department of Agronomy

M. Sc. Thesis

The effect of water deficit stress, salcylic acid and ascorbic acid on yield and oil content of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.).

Somaye Yosefabadi

Supervisors

A. Gholami

Advisors

H. Abbasdokht

M. Gholipoor

February 2015