

الحمد لله الذي
خلقنا من
الحمم



دانشکده مهندسی کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

تأثیر ملاس بر رشد و عملکرد نخود در شرایط تنش خشکی

نگارنده: محمدرضا شکوهی نیا

استاد راهنما

دکتر منوچهر قلی پور

اساتید مشاور

دکتر مهدی برادران فیروز آبادی

دکتر حمید عباسدخت

تابستان

۱۴۰

تقدیم بہ:

پدر و مادر عزیزم و، ہمسر مہربانم کہ، ہموارہ در تمام طول زندگی بزرگ ترین حامی و دلسوزہ پشتیبان من و

یاور من بودہ اند و تحصیل اتم و تمام موفقیت ہایم را مدیون محبت ہا، راہنمایی ہا و زحمات آن بزرگواران

ہستم.

محمد رضا شکوہی نیا

باسپاس از:

آقای دکتر منوچهر قلی پور، آقای دکتر مهدی برادران فیروز آبادی و آقای دکتر حمید عباسدخت
که افتخار نگردی شمار داشتم و باراهنمایی های دلسوزانه و کره کشایشان در جهت انجام این پایان نامه
بنده را راهنمایی نموده اند ، سپاس گزارم و از درگاه خداوند منان آرزو سلامتی و سعادت برای شما
مستمت می نمایم.

محمدرضا شکوهی نیا

تعهد نامه

اینجانب **محمدرضا شکوهی نیا** دانشجوی کارشناسی ارشد رشته دانشگاه صنعتی شاهرود، نویسنده پایان نامه با عنوان **تأثیر ملاس بر رشد و عملکرد نخود در شرایط تنش خشکی تحت راهنمایی استاد دکتر منوچهر قلی پورمتعهد می شوم:**

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش های دیگر پژوهش گران، به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب این پایان نامه، تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- حقوق معنوی این اثر به دانشگاه صنعتی شاهرود تعلق دارد، و مقالات مستخرج با نام "دانشگاه صنعتی شاهرود" یا "shahrood university of technology" به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آوردن نتایج اصلی پایان نامه تاثیرگذار بوده اند، در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در تمام مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت های آنها) استفاده شده است، ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در تمام مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته (یا استفاده شده است)، اصل رازداری و اصول اخلاقی انسانی رعایت شده است.

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 صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

به منظور بررسی تأثیر ملاس چغندر قند بر رشد و عملکرد نخود در دوره‌های مختلف آبیاری، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه صنعتی شاهرود به اجرا در آمد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل دور آبیاری در دو سطح (۸ روز یک‌بار و ۱۶ روز یک‌بار)، مصرف ملاس چغندر قند در خاک در سه سطح (شاهد، استفاده به میزان ۵۰ و ۱۰۰ لیتر در هکتار) و پاشش ملاس چغندر قند بر روی برگ در سه سطح (شاهد (پاشش آب معمولی)، محلول پاشی به میزان ۵۰ و ۱۰۰ لیتر در هکتار) بود. نتایج نشان داد که کلیه صفات تحت تأثیر تعدادی از منابع تغییر مندرج در جدول تجزیه واریانس قرار گرفتند. عملکرد دانه در دور آبیاری ۱۶ روز حدود ۱۹٪ کمتر از دور آبیاری ۸ روز بود. بر همین اساس، نخود با تنش خشکی خفیفی مواجه شده است. به موازات افزایش مقدار ملاس استفاده شده در خاک، عدد اسپد، محتوای نسبی آب، پرولین، قندهای محلول برگ، وزن صد دانه بزرگتری نیز حاصل گردید. کاربرد همزمان ملاس چغندر قند به صورت پاشش روی برگ و خاک منجر به افزایش عملکرد دانه به سطحی بالاتر از شرایط عدم استفاده از آنها (شاهد) گردید. بهترین مقدار ملاس چغندر قند پاشش همزمان برگی و خاکی به صورت ۵۰ لیتر در هکتار می‌باشد.

کلمات کلیدی: دور آبیاری، ملاس، نخود، چغندر قند، عملکرد دانه.

فهرست مطالب

فصل اول	۱
مقدمه و کلیات	۱
۱-۱- تاریخچه و اهمیت حبوبات	۲
۲-۱- نخود	۵
۳-۱- ملاس و اهمیت آن	۱۰
۴-۱- تعریف مسئله	۱۰
۵-۱- اهداف	۱۲
فصل دوم	۱۳
بررسی منابع	۱۳
۱-۲- اسید فولویک، اسید هیومیک و اهمیت آنها	۱۴
۲-۲- اثرات اسید فولویک و اسید هیومیک بر گیاهان	۱۵
۳-۲- اثرات اسید فولویک و اسید هیومیک بر رنگیزه های فتوسنتزی	۱۶
۴-۲- اثرات اسید فولویک و اسید هیومیک بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاهان زراعی	۱۸
۵-۲- اثرات اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر عملکرد گیاهان زراعی	۱۹
فصل سوم	۲۳
مواد و روش	۲۳
۱-۳- مکان و زمان انجام آزمایش	۲۴
۲-۳- تیمارها و طرح آزمایش	۲۴
۴-۳- عملیات اجرایی	۲۵
۱-۴-۳- آماده سازی زمین	۲۵
۵-۳- کاشت، داشت و برداشت	۲۶
۶-۳- صفات مورد اندازه گیری	۲۷
۷-۳- تجزیه و تحلیل داده ها	۳۱
فصل چهارم	۳۳
نتایج و بحث	۳۳
۱-۴- ارتفاع بوته	۳۴
۲-۴- کلروفیل برگ (عدد اسپد)	۳۷
۳-۴- محتوای نسبی آب برگ	۴۰
۵-۴- پرولین	۴۲

۴-۶	قندهای محلول	۴۶
۴-۷	کاتالاز	۴۹
۴-۸	اجزای عملکرد دانه	۵۲
۴-۸-۱	تعداد غلاف در بوته	۵۲
۴-۸-۲	تعداد دانه در غلاف	۵۵
۴-۸-۳	وزن صد دانه	۵۷
۴-۹	عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت	۵۹
۴-۹-۱	عملکرد بیولوژیک	۵۹
۴-۹-۲	عملکرد دانه	۶۲
۴-۹-۳	شاخص برداشت	۶۴
۴-۱۰	رابطه صفات اندازه گیری شده با عملکرد دانه	۶۶
۴-۱۱	نتیجه گیری کلی	۶۸
۴-۱۲	پیشنهادهای	۷۰
	منابع	۷۱

فهرست شکل ها

- شکل ۳-۱. تغییرات جذب نور طی زمان در مخلوط واکنش آنزیم کاتالاز در تیمار شاهد برگ نخود..... ۳۰
- شکل ۴-۱. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ ماس چغندر قند (A) و اثر متقابل محلول پاشی برگ و محلول پاشی خاکی ماس چغندر قند بر ارتفاع بوته نخود (B)..... ۳۶
- شکل ۴-۲. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ (A) و اثر ساده محلول پاشی خاکی ماس چغندر قند کلروفیل برگ (عدد اسپد) در نخود (B)..... ۳۹
- شکل ۴-۳. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ (A) و محلول پاشی خاکی ماس چغندر قند بر محتوای نسبی آب برگ نخود (B)..... ۴۲
- شکل ۴-۵. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ (A) و اثر ساده محلول پاشی خاکی ماس چغندر قند بر محتوای پروتئین نخود (B)..... ۴۵
- شکل ۴-۶. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ (A) و اثر ساده محلول پاشی خاکی ماس چغندر قند بر قندهای محلول نخود (B)..... ۴۸
- شکل ۴-۸. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ (A) و اثر متقابل محلول پاشی برگ و خاکی بر تعداد غلاف در بوته نخود (B)..... ۵۴
- شکل ۴-۹. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی برگ ماس چغندر قند (A) و دور آبیاری بر تعداد دانه در غلاف نخود (B)..... ۵۶
- شکل ۴-۱۰. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی (A) و اثر ساده محلول پاشی خاکی ماس چغندر قند بر وزن صد دانه نخود (B)..... ۵۸
- شکل ۴-۱۱. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی (A) و اثر متقابل محلول پاشی برگ و خاکی ماس چغندر قند بر عملکرد بیولوژیک نخود (B)..... ۶۱
- شکل ۴-۱۲. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی (A) و اثر متقابل محلول پاشی و کاربرد خاکی ماس چغندر قند بر عملکرد دانه نخود (B)..... ۶۴
- شکل ۴-۱۳. مقایسه میانگین دور آبیاری بر شاخص برداشت نخود..... ۶۶
- شکل ۴-۱۴. رابطه بین عملکرد دانه و صفات اندازه گیری شده در گیاه نخود..... ۶۸

فهرست جدول ها

جدول ۴-۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر ارتفاع بوته نخود	۳۴
جدول ۴-۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر عدد کلروفیل متر نخود	۳۷
جدول ۴-۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر محتوای نسبی آب برگ نخود	۴۰
جدول ۴-۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر پرولین نخود	۴۳
جدول ۴-۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر قندهای محلول در نخود	۴۶
جدول ۴-۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر فعالیت آنزیم کاتالاز نخود	۴۹
شکل ۴-۷- مقایسه میانگین اثر آبیاری (A) و محلول پاشی برگ ملاس چغندر قند بر میزان فعالیت کاتالاز در نخود (B).	۵۱
جدول ۴-۸- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر تعداد غلاف در بوته نخود	۵۲
جدول ۴-۹- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر تعداد دانه در غلاف نخود	۵۵
جدول ۴-۱۰- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر وزن صد دانه نخود	۵۷
جدول ۴-۱۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر عملکرد بیولوژیک نخود	۵۹
جدول ۴-۱۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر عملکرد دانه نخود	۶۲
جدول ۴-۱۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلولپاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر شاخص برداشت نخود	۶۵

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- تاریخچه و اهمیت حبوبات

به طور کلی منظور از حبوبات آن دسته از نباتات زراعی یا محصولات کشاورزی هستند که به خانواده لگومینوز تعلق داشته و دانه آنها به عنوان منبع پروتئین گیاهی در تغذیه انسان مصرف می-شود. این محصولات عبارتند از: نخود، لوبیا، عدس، لوبیا چشم بلبلی، ماش، باقلا، نخودفرنگی، و غیره. برخی از دانه‌های روغنی از جمله سویا و بادام زمینی نیز به این خانواده تعلق داشته و دانه آنها علاوه بر دارا بودن روغن نباتی از پروتئین نیز سرشارند ولی جزو حبوبات محسوب نمی‌شوند. اولین نشانه‌های استفاده از حبوبات مربوط به ۸۰۰۰ سال پیش می‌باشد، در منطقه غرب مدیترانه آثاری از گندم، نخود و عدس در هالیکار (Halicar) ترکیه به همراه آسیاب دستی و داس در حدود ۵۵۰۰ سال قبل یافت شده است. یافته‌های کاشفان در هالیکار ترکیه نشان از آن دارد که لگوم‌ها ۸۰۰۰ سال یا بیشتر است که توسط انسان مصرف می‌شوند (پارسا و باقری، ۱۳۹۳).

لگوم‌ها همچنین در توسعه کشاورزی دنیای جدید خیلی زود ظاهر شده‌اند و آثاری از کدوها، فلفل و لوبیای معمولی در غارهای اوکامپو (Ocampo) مکزیک، متعلق به ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد یا پیش‌تر کشف گردیده است. در این آثار لوبیای معمولی با تاریخی حدود ۱۰۰۰ سال پیش از تاریخ کشف شده است. نخودفرنگی (Peas) به صورت وحشی از مدیترانه تا هندوستان می‌رویده است. سه عدد از حبوبات دیگر که کلمه «pea» در انگلیسی به دنبال دارند شامل نخود معمولی (Chickpea)، لپه هندی (Pigeon pea) و لوبیا چشم بلبلی (Cowpea) هستند که از زمان‌های قدیم در شرق مدیترانه و مزوپوتامیا (Mesopotamia) کشت می‌شده و از آنجا به هندوستان و شرق آسیا پراکنده شده است. لپه هندی، بومی جنوب شرقی آسیا بوده و از حبوبات مهم در هندوستان به شمار می‌رود و در زمان‌های طولانی به مناطق گرمسیر آفریقا و آمریکا انتقال یافته است.

لوبیا چشم بلبلی احتمالاً بومی آفریقایی غربی است و به‌طور وسیعی در مناطق گرمسیر امروزی کاشته می‌شود (مجنون حسینی، ۱۳۹۴).

اگر تاریخ یافته‌های جازنو و هالیکار صحیح باشند، عدس چند هزار سال قبل از اینکه غذای معمولی یونانیان، یهودیان، مصریان، و رومیان باستان باشد کشت می‌شده است. باقلا احتمالاً از شمال آفریقا منشأ یافته و تاریخچه خیلی قدیمی دارد. یک رقم از آن که در سوئیس یافت شده متعلق به عصر برنز است. لوبیا معمولی چندین قرن است که در همه قسمت‌های جهان از جمله در امریکا پراکنده شده، اما در آنجا اهمیت کمتری نسبت به لوبیای بومی (Haricot bean) دارد که در مکزیک حدود ۶۰۰۰ سال یا بیشتر اهلی شده است. لوبیای معمولی و ضرورتاً لگومی گرمسیر و منشأ آن احتمالاً برزیل می‌باشد (شایان، ۱۳۹۴).

حبوبات با داشتن پروتئینی حدود ۲۰ درصد و گاهی بیشتر نقش مهمی در تامین پروتئین مورد نیاز انسان دارند به‌خصوص در کشورهایی که تولیدات دامی و محصولات کشاورزی آنها کم است. حبوبات در تغذیه انسان می‌توانند یک مکمل غذایی طبیعی و خوبی برای غلات محسوب شوند و از نظر مصرف غذایی بعد از غلات در مقام دوم می‌باشند. در ایران اهمیت آنها پس از گندم و برنج است (شایان، ۱۳۹۴). حبوبات نقش مهمی در تأمین نیازهای پروتئینی مورد نیاز کشور ایفا می‌کنند اهمیت حیاتی این محصولات برای کشور از یک سو و مسایل و مشکلات مربوط به تولید آن از سوی دیگر، محققان و کارشناسان حبوبات در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی را بر آن داشته است تا به بررسی عوامل تاثیر گذار بر افزایش عملکرد در شرایط طبیعی و تنش به پردازند.

بقولات به طور عام و حبوبات به طور خاص به علت خوداتکایی از نظر نیتروژن، توانسته اند طیف گسترده‌ای از نیچ‌های اکولوژیک را به خود اختصاص داده و با توان بالا در همزیستی، در عرصه‌های مختلف به کیفیت بوم نظام‌ها بیفزایند. بدین ترتیب بقولات با برخورداری از ذخیره اطلاعات وراثتی

مربوط به تثبیت نیتروژن، ثبات بوم نظام‌ها را تقویت کرده و در تمام نظام‌های کشاورزی جهان از جمله نظام‌های زراعی، باغی و دامی به عنوان جزئی مؤثر عمل نموده و بنابراین طی دوران تکامل کشاورزی، همیشه به عنوان بخش مهمی از تناوب زراعی مطرح بوده‌اند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۷).

حبوبات، منبع اصلی پروتئین در کشورهای در حال توسعه هستند و لذا نقش ویژه‌ای در تولید غذا در این کشورها دارند. این گیاهان، مکمل خوبی برای پروتئین غلات بوده و در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاد، حائز اهمیت هستند، از آنجا که این گیاهان قادر به تثبیت نیتروژن هوا هستند، به‌طور گسترده‌ای در سراسر دنیا توزیع شده‌اند. حبوبات همچنین جایگاه ویژه‌ای در تناوب موجود در برخی سیستم‌های زراعی دنیا، به ویژه در نواحی خشک دارند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۷). وسعت تمام زمین‌های زیرکشت حبوبات در دنیا، ۸۰ میلیون هکتار، با تولید کل ۷۳ میلیون تُن و متوسط عملکرد ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار است. این مقادیر برای ایران به ترتیب ۰/۸ میلیون هکتار، ۰/۷۲ میلیون تُن و متوسط عملکرد ۸۹۷ کیلوگرم در هکتار است (فائو، ۲۰۱۸).

ایران از نظر سطح زیرکشت و تولید حبوبات در دنیا به‌ترتیب در رده‌های ۱۳ و ۱۸ قرار دارد، ولی از نظر عملکرد در جایگاه ۵۴ قرار دارد. اگرچه این گیاهان، اجزای اصلی سیستم‌های کشاورزی در برخی نواحی خشک دنیا هستند، ولی در دهه‌های اخیر به علت وجود کودهای نیتروژن مصنوعی، اهمیت آنها در تناوب به فراموشی سپرده شده است، البته در سال‌های اخیر به علت مشکلات ناشی از سیستم‌های کشاورزی فشرده، نقش لگوم‌ها در پایداری سیستم‌های زراعی رو به افزایش است (عبادوز و همکاران، ۱۳۹۷).

تک‌کشتی، از جمله سیستم‌های کوتاه‌رشد در نظام‌های کشاورزی است که از تنوع زیستی کمی نیز برخوردار است. امروزه تنها ۱۷ گونه از گیاهان زراعی در ۱/۴۴۰ میلیارد هکتار از اراضی کشاورزی دنیا کشت می‌شوند. ایران جزو نواحی با تنوع زراعی کم و غالبیت گیاهان محدود به ویژه غلات در

اغلب سیستم های زراعی است از ۳۸ گونه زراعی که در کشور کشت می شوند، تنها ۲۰ گونه، ۸۸ درصد از کل سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده اند که غالباً غلات و لگوم ها را شامل می شوند. در مجموع، تنوع گیاهان زراعی در کشور بسیار پایین است و استفاده از حبوبات بسیار می تواند به افزایش تنوع و ثبات کشاورزی کشور کمک نماید؛ از این رو اهمیت حبوبات بسیار زیاد می باشد (مجنون حسینی، ۱۳۹۴).

۱-۲- نخود

نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از حبوبات سردسیری است که در طیف وسیعی از شرایط محیطی از مناطق مدیترانه ای غرب آسیا تا نواحی نیمه گرمسیری شمال استرالیا کشت می شود. نخود گیاهی علفی یکساله، کوچک، کرکدار، روز بلند است که تقریباً ۲۵ تا ۵۰ سانتی متر ارتفاع دارد. ریشه آن بخوبی منشعب می شود و تا عمق یک الی دو متری خاک نفوذ می کند (پارسا و باقری، ۱۳۹۳).

ساقه نخود منشعب استوانه ای و پرزدار است. برگ های آن مرکب، متناوب که حدود ۵ سانتی متر طول داشته و دارای ۹ تا ۱۵ جفت برگچه با یک برگچه منفرد در انتهاست. گل های نخود به صورت منفرد و بر روی دمگل نسبتاً بلندی قرار گرفته است. رنگ گل ها سفید یا آبی بنفش است. گل های نخود دارای کاسه گلی بلند و باریک است که از ۵ کاسبرگ به هم پیوسته تشکیل یافته است. دارای یک تخمدان و ۱۰ پرچم به شکل دیادلفوس است (پارسا و باقری، ۱۳۹۳).

پرچم ها همزمان با باز شدن جداره غشای بساک به طور دسته جمعی و قبل از باز شدن گل در بالای کلاله قرار می گیرند و لذا امکان دگر کشنی را کاهش می دهند. با توجه به اینکه جدار غشای بساک ها قبل از باز شدن غنچه ها از هم جدا و دانه گرده بر روی کلاله پخش می شود نرعیقیم کردن مکانیکی

آن مشکل است. میوه آن غلافی است متورم و پرزدار که حاوی ۱ تا ۳ دانه است (توبه و همکاران، ۱۳۹۴).

دانه نخود کرمی رنگ، زرد، قرمز قهوه‌ای و یا سیاه است. سطح دانه در بعضی ارقام صاف و در برخی دیگر چروکیده است. وزن یک صدانه آن بین ۹ تا ۴۰ گرم متغیر بوده و هرچه رنگ بذر روشن تر باشد وزن آن بیشتر است. نخود همچون دیگر حبوبات با ایجاد همزیستی با باکتری‌ها قادر به تثبیت نیتروژن اتمسفر است

Rhizobium leguminosarum بسیار اختصاصی بوده و فقط در گونه های نخود قادر به تولید گره می باشند. اگر نخود به طور صحیح با باکتری تلقیح شده باشد ریزوبیوم ها حدود ۳۰ درصد ازت مورد نیاز آن را تامین می کنند و بقیه را هم بایستی از طریق خاک تأمین کرد. معمولاً ۱۰ الی ۱۲ روز پس از کاشت گره ها شکل می گیرند و ۱۵ تا ۲۰ روز پس از کاشت تثبیت ازت شروع می شود. طول دوره تثبیت ازت تحت تأثیر شرایط محیطی مخصوصاً درجه حرارت و رطوبت خاک است (مجنون حسینی، ۱۳۹۴).

- نیازهای اکولوژیکی

نخود گیاهی است مقاوم به خشکی، نیاز به اقلیمی خشک و سرد دارد و دارای دو تیپ زمستانه و تابستانه است. تیپ زمستانی آن دارای دانه‌های ریز بوده و بیشتر در شرق آسیا و ایران کاشته می‌شود. این دسته از گیاهان کوچک و با گل‌های صورتی هستند. دانه‌های آنها به رنگ‌های مختلف بوده و دارای رنگیزه آنتوسیانین می‌باشند. تیپ تابستانه آن دارای دانه‌های درشت و به رنگ کرم است. این تیپ نخود را در کشورهای غرب آسیا و همچنین ایران می‌کارند. این دسته از گیاهان فاقد آنتوسیانین

بوده و گل‌های آنها سفید است. این نوع نخودها به تیپ مدیترانه‌ای هم مشهور هستند (پارسا و باقری، ۱۳۹۳).

نخود نه تنها دمای بالا بلکه دمای پائین را نیز به خوبی تحمل می‌کند. جوانه زنی بذره‌های آن در دمای ۲ تا ۵ درجه سانتی گراد آغاز می‌شود و شاخ و برگ آن تا دمای اندکی کمتر از صفر درجه سانتی گراد را تحمل می‌کند. دمای مطلوب برای رشد آن ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد است (خوفی، ۱۳۹۳). این گیاه در طی دوره گل‌دهی نیاز به دمایی معتدل دارد و هوای داغ و تنش خشکی باعث کاهش محصول می‌شود. دوره گل‌دهی آن ممکن است بیش از یک ماه طول بکشد و با توجه به اینکه نخودگیاهی است با رشد نامحدود غلاف‌های آن به طور همزمان به مرحله بلوغ نمی‌رسند. هنگامیکه دمای روز ۳۵ درجه سانتی گراد و دمای شب ۱۴ الی ۱۵ درجه سانتی گراد باشد این گیاه بهتر می‌رسد (توبه و همکاران، ۱۳۹۴).

رطوبت بالا و هوای ابری اثری نامطلوبی بر روی گل‌دهی و غلاف‌دهی آن داشته و مقدار مواد قابل ذخیره در بذر را کاهش می‌دهد. نخودگیاهی روز بلند است و عمل متقابل درجه حرارت و طول روز تاریخ گل‌دادن آن را تحت کنترل دارد (توبه و همکاران، ۱۳۹۴). بین مقدار شاخه‌های فرعی گیاه و عملکرد گیاه رابطه مستقیم وجود دارد. تراکم بوته در واحد سطح تعداد شاخه‌های فرعی گیاه و تعداد غلاف‌های آنرا تحت تاثیر قرار می‌دهد. با افزایش تراکم و دور شدن از تراکم مطلوب تعداد شاخه‌های فرعی گیاه در نتیجه غلاف‌های آنها کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، با کاهش تراکم و دور شدن از تراکم مطلوب نیز قادر به جبران کاهش محصول حتی با افزایش تولید بیشتر شاخه‌های فرعی نمی‌باشد (سام‌دلبری و همکاران، ۱۳۹۸). با بزرگ شدن غلاف معمولاً تعداد گل و تعداد غلاف در گیاه کاهش پیدا می‌کند. غلاف نخود با توجه به برداشتن کلروفیل و انجام عمل فتوسنتز در مناطق خشک دارای

اهمیت است. ریشه‌های نخود قوی و انبوه هستند و معمولاً ریشه‌های وارپته‌های دیررس به مراتب از وارپته‌های زودرس راست تر و انبوه تر هستند (پارسا و باقری، ۱۳۹۳).

– خاک

گیاه نخود بر روی اکثر خاک‌ها مخصوصاً خاک‌های لومی که به اندازه کافی دارای آهک هستند رشد می‌کند. بافت‌های سنگین، رسی و مرطوب مناسب گیاه نیستند. استفاده صحیح از کود می‌تواند افزایش عملکرد نخود را باعث شود. این گیاه اکثراً برای افزایش محصول نیاز به کودهای فسفره‌ی پتاس دار و آهک دارد. آهک را بایستی قبل از کاشت استفاده کرد و به‌طور کامل آن را با لایه شخم خاک مخلوط می‌کنند. بهتر است آنرا همراه با شخم پائیزه با خاک مخلوط کرد. هنگامی که نیاز به منیزیم باشد، سنگ آهک دولومیت، مصرف می‌شود زیرا دارای کلسیم و منیزیم می‌باشد (پارسا و باقری، ۱۳۹۳).

نخود هنگامیکه در خاک تنها ۲ ppm فسفر قابل دسترس وجود داشته باشد کمبودی نشان نمی‌دهد. برای دستیابی به حداکثر عملکرد نخود نیاز به مقدار کافی گوگرد است. بدون گوگرد نخود قادر به تثبیت ازت به میزان لازم نخواهد بود. نخود به شوری خاک بسیار حساس است. جوانه زنی ضعیف در خاک‌های شور منجر به عدم یکنواختی در سبز شدن آن می‌شود. دانه‌های نخود در خاک‌های شور پروتئین کمتری داشته و درصد جوانه زنی کاهش می‌یابد (عبادوز و همکاران، ۱۳۹۷).

– تناوب

نخود را در تناوب پس از ذرت قرار می‌دهند. ترتیب معمولی مورد استفاده ذرت، نخود، غلات دانه ریز و یک گیاه علوفه‌ای است. تناوبی که دارای سیب زمینی است برای نخود مفید نیست زیرا برای

کنترل جرب یا Scab سیب زمینی نیاز به pH اسیدی است. بعد از انواع زودرس نخود گیاهی چون لوبیا سبز یا سویا می‌کارند و به عبارتی سیستم کاشت مضاعف را به اجرا می‌گذارند. اگرچه این سیستم کشت می‌تواند در برخی موارد موفقیت آمیز است، اما خطر آفات و بیماری را افزایش می‌دهند. زیرا این گیاهان به برخی از بیماری‌ها حساسیت نسبتاً مشابهی دارند. کشت مداوم نخود باعث افزایش بیماری و مشکل حشرات می‌شود. لذا در یک مزرعه هر ۴ الی ۵ سال یکبار بایستی اقدام به کشت نخود کرد (قادری و همکاران، ۱۳۹۴).

– داشت

آبیاری به موقع و منظم یکی از عملیات لازم داشت در نخود است. نخود همچنانچه از کم آبی صدمه می‌بیند زیادی آب نیز اثر منفی بر عملکرد آن دارد. فواصل بین آبیاری گیاه در هر منطقه را بایستی به طور مجزا با در نظر گرفتن وضعیت اقلیمی و شرایط گیاه تعیین کرد. در عین حال آبیاری بیشترین اثر خود را در مرحله گل دهی گیاه نشان می‌دهد (سام‌دلبری و همکاران، ۱۳۹۸). به‌طور کلی نخود بین ۱۱۰ تا ۲۴۰ میلی لیتر آب مصرف می‌کند تا بتواند حدود ۹۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بذر تولید کند. نخود قادر است آب را از اعماق بیشتر از ۱۵۰ سانتی متر خاک جذب کند. اما بیشترین جذب آن از عمق ۶۰ سانتی متری خاک که بیشتر ریشه‌ها در آنجا متمرکز شده‌اند انجام می‌شود. در کشت دیم در مقایسه با کشت آبی نخود ریشه‌های عمیق تری تشکیل می‌دهند (پارسا و باقری، ۱۳۹۳).

۱-۳- ملاس و اهمیت آن

ملاس به فرانسوی Melasse به انگلیسی Molasses گفته می‌شود. ملاس ماده‌ای است که در جریان عبور استخراج قند از چغندر قند و نیشکر پس از اینکه شیره قند غلیظ شده و از توربین‌ها عبور کرد باقی می‌ماند. ملاس یک شربت غلیظی است که به طور متوسط دارای ۴۵-۶۵ درصد قند و در حدود ۱۰ درصد مواد معدنی و مقداری آمید و مقدار خیلی کمی آلومینوئید دارد. ملاس نیشکر از نظر مقدار قند خیلی از ملاس چغندر قند غنی‌تر است (۶۵ درصد در مقابل ۴۵ درصد) به طوری که در اغلب کارخانجات از ملاس حاصل نیز مجدداً قند گیری می‌نمایند (ترکاشوند و ریموندی، ۱۳۸۷). ملاس برای مواردی همچون تولید الکل و خوراک دام‌ها مصرف می‌گردد (هونما و همکاران، ۲۰۱۲). استفاده از ملاس چغندر در کشاورزی باعث افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک می‌گردد (سماوات و سماوات، ۲۰۱۴). ملاس چغندر حاوی مقادیر مختلفی از هیومیک اسید، فولویک اسید و آمینو اسید می‌باشد. در همین راستا، مطالعات نشان داده است که آمینو اسیدها، هیومیک اسید و فولویک اسید اثر معنی داری بر رشد گیاهان و بهبود وضعیت محصولات کشاورزی به جای می‌گذارند (میربلوک و همکاران، ۱۳۸۹).

۱-۴- تعریف مسئله

تنش خشکی یکی از مشکلات عمده تولید گیاهان زراعی در ایران و جهان به شمار می‌رود و تهدید جدی برای تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان است. در حدود یک سوم از زمین‌های قابل کشت دنیا به طور قابل توجهی با کمبود آب مواجه هستند. با اینکه نخود گیاهی نسبتاً مقاوم به خشکی است اما جهت حصول عملکرد بالا اتخاذ راهکارهایی که بتواند اثر تنش خشکی را کاهش دهد، مورد توجه محققان بسیاری بوده است (گالشی، ۱۳۹۴). تنش خشکی، زمانی رخ می‌-

دهد که جذب آب به وسیله گیاه از خاک، کندتر از تلفات آب از طریق تعرق صورت بگیرد. تنش طولانی مدت با تأثیر بر تمامی فرایندهای متابولیک گیاه، موجب کاهش تولید گیاهان زراعی می‌گردد. در برابر تنش خشکی، گیاه نیز مکانیسم‌هایی دارد که خود را از تنش خشکی در امان نگه می‌دارد (کافی و همکاران، ۱۳۹۲).

از جمله این سازگاری‌ها، اجتناب و تحمل تنش آبی است. تنظیم اسمزی به عنوان مهمترین جزء مکانیسم تحمل می‌باشد که در طی آن گیاهان با شکستن (هیدرولیز) مولکول‌های درشت (از جمله نشاسته) با تنش خشکی مقابله می‌کنند. تنظیم اسمزی، کاهش پتانسیل شیره سلولی از طریق افزایش مواد محلول در داخل سلول است. علاوه بر این، اسمولیت‌های سازگار نظیر پرولین و بتائین نیز در افزایش تحمل اثرات کمبود آب ناشی از تنش شوری، خشکی و سرما مؤثر هستند. با توجه به شرایط اقلیمی کشور و وقوع خشکسالی‌ها و تغییر اقلیم، کمبود آب مهمترین عامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی مانند نخود می‌باشد، به‌طوری که تنش خشکی را به عنوان تنش غیر زیستی می‌دانند که قادر است عملکرد گیاه نخود را تحت تأثیر قرار دهد (رأی و همکاران، ۲۰۰۷).

تنش خشکی، رشد رویشی و عملکرد را از طریق افت سطح برگ و فتوسنتز کاهش می‌دهد و این امر منجر به کاهش فتوسنتز جامعه گیاهی می‌گردد. میزان این کاهش به شدت فتوسنتز و مرحله‌ای از نمو که تنش رخ می‌دهد بستگی دارد. نتایج مطالعات نشان داده است کاربرد برخی مواد طبیعی می‌توانند در تحمل به تنش خشکی در گیاه نقش داشته باشند. در این خصوص می‌توان به مطالعه سماوات و سماوات (۲۰۱۴) اشاره کرد که دریافتند کاربرد ملاس می‌تواند باعث افزایش تحمل به تنش خشکی و افزایش فعالیت بیولوژیک خاک شود. آنها دلیل این امر را وجود اسید هیومیک و اسید فولویک فراوان در ملاس بیان کردند.

اسید هیومیک از ترکیبات دارای کربن آلی موجود در خاک و طبیعت بشمار می رود که حاصل شکسته شدن و تجزیه بیولوژیکی و شیمیایی بقایای گیاهان است. اسید هیومیک نقش مستقیمی در تعیین پتانسیل تولیدی خاک دارد زیرا به روش‌های مختلفی می‌تواند تاثیر مثبتی بر رشد گیاه داشته باشد. یانگ و همکاران (۲۰۱۸) نشان داده‌اند که این مواد می‌تواند جوانه‌زنی بذر را در چندین گونه تحریک کند. همچنین آنها دریافتند اسید هیومیک باعث افزایش جذب نیتروژن بوسیله گیاهان می‌شود و جذب K و P، Mg، Ca را تحریک کرده و افزایش می‌دهد. ملاس به دلیل داشتن تنظیم کننده‌های رشد، اسید هیومیک، فولویک اسید، ویتامین‌ها و آمینواسیدها تاثیر مفیدی روی رشد گیاهان دارد (یانگ و همکاران، ۲۰۱۸). نتایج بررسی‌ها نشان داده که کاربرد ملاس باعث افزایش رشد گیاه، تحریک رشد ریشه، تاخیر در پیری و بهبود تحمل به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری و درجه حرارت می‌شود (چاندراجو و همکاران، ۲۰۰۸). با توجه به اهمیت اطلاعات علمی در خصوص تاثیر مواد طبیعی مانند ملاس در کاهش آثار منفی تنش خشکی، این آزمایش با اهداف زیر انجام گردید.

۱-۵- اهداف

هدف از آزمایش حاضر یافتن پاسخ سوالات زیر می‌باشد:

(۱) آیا ملاس چغندر قند می‌تواند تأثیرات منفی تنش خشکی بر رشد و عملکرد نخود را کاهش دهد؟

(۲) در شرایط عدم وجود تنش خشکی، کاربرد ملاس قادر است تأثیر افزایشی بر رشد و عملکرد نخود داشته باشد؟

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- اسید فولویک، اسید هیومیک و اهمیت آنها

محققان بیان کرده‌اند که یکی از راه‌های بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی استفاده از ترکیبات شیمیایی مفید می‌باشد؛ این ترکیبات می‌توانند به منظور کاهش اثرات منفی تنش‌ها محیطی نیز به کار روند (ما و همکاران، ۲۰۰۷؛ اشرف و فولاد، ۲۰۱۷). ترکیبات شیمیایی سازگار با وزن مولکولی پایین و در غلظت‌های بالای سلولی غیرسمی هستند. به‌طور کلی، این مواد گیاهان را در شرایط طبیعی کمک کرده و در شرایط مواجه با تنش، طی دوره‌های مختلف تعادل اسمزی را حفظ کرده و موجب حفظ سیالیت غشا و ثبات پروتئین‌ها یا آنزیم‌ها می‌شوند (اقبال و همکاران، ۲۰۱۸).

بر اساس نظر محققان نقش عمده این ترکیبات شیمیایی عبارت از تثبیت ساختار پروتئین‌های کلیدی مانند رایبوسکو و حفظ دستگاه فتوسنتزی می‌باشد. بنابراین، بیان شده است که برخی از این ترکیبات، اجزای سلولی را از صدمه پسابیدگی ناشی از دست دادن آب حفظ می‌کنند، و باعث بهبود شرایط رشد و نمو گیاهان در شرایط طبیعی و تنش می‌شوند (اشرف و فولاد، ۲۰۱۷). برای مقابله با آثار ناشی از تنش‌های محیطی محققان به‌دنبال راهکارهایی برای کاهش اثرات نامطلوب آن هستند، به‌طوری که گزارش کرده‌اند افزایش تحمل گیاهان از راه‌های مختلف شامل به‌نژادی، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد و ترکیبات بهبود دهنده فرایندهای فیزیولوژیک گیاهان عملی است. در مقایسه با روش‌های به‌نژادی که اغلب بلندمدت و هزینه‌بردار هستند، استفاده از مواد شیمیایی شامل اسید فولویک، اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک، سدیم نیتروپروساید، اسید آسکوربیک، گلاپسین بتائین و اسید جاسمونیک آسانتر و ارزانتر است (الطیب، ۲۰۱۵).

ترکیبات هیومیکی می‌توانند باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی و تعدیل اثرات تنش‌های محیطی شوند (گادال هاک و همکاران، ۲۰۱۲). قربانی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند اسیدهای آلی یکی از منابع مهم مواد آلی بوده و ترکیبات هوموسی یکی از فراوان‌ترین اشکال مواد آلی در طبیعت هستند (فرقانی و جوانمرد، ۲۰۰۵) که در تمام محیط‌های آبی و خاکی یافت شده (خورسند و کاووسی، ۲۰۱۲) و نقش مهمی در تبادل کاتیونی، رهاسازی عناصر غذایی و ظرفیت بافری فسفر دارند. هوموس به طور مستقیم باعث افزایش جذب عناصر غذایی ماکرو مثل نیتروژن، فسفر، گوگرد و عناصر میکرو مثل آهن، روی، منگنز و مس می‌شود و با تحرک بخشی و افزایش فعالیت‌های میکروبیولوژیکی، جذب کانی‌ها را افزایش می‌دهد (فرقانی و جوانمرد، ۲۰۰۵). ترکیبات هوموسی دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام‌های اسیدهیومیک و اسیدفولویک هستند (سبزواری و همکاران، ۲۰۱۰)، که از لحاظ ساختار شیمیایی و اندازه مولکولی باهم متفاوت‌اند و از منابع مختلفی نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده و زغال سنگ استخراج می‌شوند (داوودی و همکاران، ۲۰۱۲؛ قاسمی و کافی، ۲۰۱۰).

۲-۲- اثرات اسید فولویک و اسید هیومیک بر گیاهان

در میان ترکیبات شیمیایی مفید برای گیاهان در شرایط طبیعی و تنش‌های محیطی، اسید فولویک و اسید هیومیک نسبت به سایر ترکیبات ارزانتر و پر کاربردتر بوده‌اند، همچنین ترکیبات دارای این دو اسید نیز در دسترس آسان می‌باشند (قام و همکاران، ۲۰۱۳). لازم به یادآوری است که تنش‌های محیطی به صورت افزایش فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی بر یاخته‌های گیاه تأثیر گذاشته، به طوری که بر پایه گزارش منابع مختلف یکی از ترکیب‌های آن‌تی‌اکسیدانی مهم در گیاهان ترکیبات هیومیک می-

باشند و احتمال دارد که کاربرد برون‌زای^۱ آن‌ها بتواند در کاهش تنش‌های زنده و محیطی نقش داشته باشد (سودا و همکاران، ۲۰۱۶؛ باقی زاده و همکاران، ۲۰۰۹؛ سماوات و کلکوتی، ۲۰۰۶).

محققان بیان کرده‌اند هیومیک اسید یکی از کودهای مناسب مورد استفاده در نظام کشاورزی ارگانیک می‌باشد. با توجه به ملاحظات زیست محیطی اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی، اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد (سماوات و کلکوتی، ۲۰۰۶). اسیدهیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰-۳۰۰۰۰۰ دالتن و اسید فولیک هم با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتن سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (مایکل، ۲۰۰۱).

۲-۳- اثرات اسید فولیک و اسید هیومیک بر رنگیزه های فتوسنتزی

فرناندز و همکاران (۱۹۹۶) با محلول‌پاشی ترکیبات داری اسید هیومیک بر زیتون در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه دریافتند که تجمع پتاسیم، بر، منیزیم و آهن در برگ‌ها افزایش می‌یابد و رشد ساقه‌ها بیشتر می‌شود، ایشان بیان کردند افزایش آهن و منیزیم در برگ باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی به خصوص کلروفیل a می‌شود که این امر در نهایت با افزایش در مواد فتوسنتزی باعث افزایش رشد بوته‌ها می‌شود. در همین رابطه تجادا و گونزالز (۲۰۰۳) نشان دادند پاشش اسید هیومیک و اسیدهای آمینه روی گیاهان مارچوبه توانست جذب اغلب عناصر کم مصرف به‌خصوص

¹ - Exogenous

آهن و پر مصرف به خصوص نیتروژن را در اندام‌های هوایی، برگ‌ها و ریزوم‌ها افزایش دهد و از طرف دیگر باعث افزایش کلروفیل و کاروتنوئید ساقه‌های خوراکی شود. در شرایط تنش خشکی محلول پاشی اسید هیومیک باعث افزایش نگهداری آب برگ و میزان فتوسنتز شده و متابولیسم آنتی اکسیدانی را کاهش می‌دهد (فوجیو و همکاران، ۱۹۹۵). در تحقیقی که توسط لی و ایون (۲۰۰۰) صورت گرفت مشخص گردید که کاربرد هیومیک اسید سبب تحریک رشد در جعفری، بنفشه، شمعدانی و حنا شده و رشد ریشه را بهبود بخشیده است، ایشان بیان کردند تریک رشد ریشه باعث افزایش جذب عناصر غذایی و در نهایت سبزی‌نگی برگ‌ها را افزایش داد (هم از نظر دوام و هم از نظر مقدار).

اسید فولویک و اسید هیومیک با کاهش میزان تنش اکسایشی و افزایش مقدار پرولین نیز در حفاظت از غشاها و اندام‌های سلولی از جمله ماشین پروتئین سازی سلول و ساختار پروتئین ها و آنزیم ها موفق عمل می‌کند و از اکسایش یا تجزیه آن‌ها می‌کاهد. افشانه سازی اسید فولویک و اسید هیومیک با افزایش توان آنتی اکسیدانی از جمله کاروتنوئیدها موجب کاهش مقدار پراکسایش لیپیدها و مقدار آب اکسیژنه و حفاظت بیشتر از غشاهای سلولی و فتوسنتزی و رنگیزه های فتوسنتزی می‌شود و از کاتابولیسم کلروفیل جلوگیری می‌کند (کوستا و همکاران، ۲۰۱۵). افزایش محتوای کلروفیل به دنبال کاربرد خارجی اسید فولویک و اسید هیومیک در بسیاری از گیاهان از جمله ذرت، کلزا، گندم و جو گزارش شد (قای و ستیا، ۲۰۰۲؛ اسرینگو و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه‌ای محلول پاشی اسید فولویک و اسید جاسمونیک موجب افزایش مقاومت به خشکی و افزایش کلروفیل‌های a و b در گیاه بادرشبو شد (عباسپور و رضایی، ۲۰۱۴). کاربرد ترکیبات هیومیکی بر روی گیاه لوبیا چشم بلبلی سبب ایجاد برگ‌های انبوه و تیره شدن رنگ سبز برگ‌ها شد (آستارایی و ایوانی، ۲۰۰۸).

۲-۴- اثرات اسید فولویک و اسید هیومیک بر خصوصیات فیزیولوژیک

گیاهان زراعی

استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی می‌شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است. پژوهشگران بیان کردند اسید هیومیک همچنین باعث افزایش در تولید اکسین در گیاه می‌شود که اثر افزایش ارتفاع و سرعت رشد را تشدید می‌کند (هارپر و همکاران، ۲۰۰۰). در پژوهشی کاربرد اسید هیومیک در سویا باعث افزایش جذب آب، سرعت جوانه زنی و تنفس تاریکی شد (ایسوارن و چونکار، ۱۹۷۱). هم چنین تیمار اسید هیومیک در گندم از طریق کلات کردن عناصر کلسیم و منیزیم در خاک باعث افزایش دسترسی ریشه به این عناصر شد (ماکویاک و همکاران، ۲۰۰۱؛ یانگ و چن، ۱۹۹۷). مواد هیومیکی ترکیبات طبیعی آلی هستند که حاوی ۵۰ تا ۹۰ درصد از مواد ارگانیک پیت، ذغال چوب، مواد پوسیده و همچنین مواد ارگانیک غیر زنده اکوسیستم‌های آبی و خاکی می‌باشند (کلاپ و همکاران، ۱۹۹۳). نتایج پژوهش‌ها نشان داده که اسید هیومیک دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم در گیاهان می‌باشد. اثر غیر مستقیم اسید هیومیک عموماً به شکل تغییر در شرایط محیطی از جمله در دسترس قرار دادن برخی از عناصر غذایی (به دلیل افزایش محلولیت آن‌ها) تعادل نمک، خصوصیات فیزیکی و فیزیکوشیمیایی خاک، ساختمان خاک، هوادهی، زهکشی، ظرفیت نگه داری آب، دمای خاک و غیره می‌باشد. از طرف دیگر اسید هیومیک دارای اثرات مستقیم شامل افزایش تجمع بیوماس، جذب عناصر غذایی، بیوسنتز، فعالیت انتی اکسیدانی، فعالیت های ضد ویروسی و غیره می‌باشد (کوکو و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین فولویک اسید، در گیاهانی که با این ماده تیمار شده‌اند، باعث تحریک جوانه‌زنی، افزایش محتوای نسبی آب، وزن خشک، فعالیت کربوکسیلازی روبیسکو و افزایش میزان کلروفیل شده است (سینگ و

یوشا، ۲۰۰۳). عمل حفاظتی اسید سالیسیلیک در برابر تنش خشکی با افزایش پاسخ‌های آنتی اکسیدانی، کاهش تعرق و افزایش فتوسنتز همراه بوده و به افزایش کارایی مصرف منجر شده است (سینگ و یوشا، ۲۰۰۳). در گل داوودی کاربرد هیومیک اسید به صورت محلولپاشی از طریق بهبود سرعت فتوسنتز گیاه، صفات رشدی گیاه را بهبود بخشید (فان و همکاران، ۲۰۱۴). در گیاه کالاتیا (*Calathea insignis*) استفاده از اسید هیومیک سبب بهبود صفات رشدی، افزایش فتوسنتز و افزایش تولید ATP شد (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۴).

نتایج مطالعات نشان داده است که اسید هیومیک می‌تواند به عنوان تنظیم کننده رشد برای تنظیم سطح هورمون‌ها، بهبود رشد گیاهان و افزایش تحمل به تنش مورد استفاده قرار گیرد (سرنلا و همکاران، ۲۰۰۲). افزایش تولید مالون دی آلدئید و کاهش آن در اثر مصرف سالیسیلیک اسید تحت تنش شوری در عدسک آبی مشاهده شده است (کوپنگوا و ژوین، ۲۰۰۸). اسید فولویک خود از ترکیبات فنلی در گیاهان است و نقش محوری در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان ایفا می‌کند (پیر و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین طبق گزارش‌ها، کاربرد برون زای اسید سالیسیلیک در انگور تجمع پلی فنل‌ها را در تنش دمای بالا القا می‌کند (ژو و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۵- اثرات اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر عملکرد گیاهان

زراعی

ترکیبات هیومیکی به خصوص اسید فولویک و اسید هیومیک به عنوان اسیدهای آلی حاصل از هوموس و همچنین اسیدهای آلی موجود در سایر ترکیبات مانند ملاس از طریق اثرات هورمونی و

بهبود جذب عناصر غذایی سبب افزایش بیوماس ریشه و اندام هوایی می‌شود (سبزواری، ۲۰۰۹). قربانی و همکاران (۲۰۱۰) به منظور بررسی کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) آزمایشی شامل سطوح مختلف اسید هیومیک (صفر، ۵۰۰، ۱۵۰۰، ۲۵۰۰، ۳۵۰۰ و ۴۵۰۰ گرم در هکتار) را به اجرا درآوردند. نتایج آنها نشان داد که اسید هیومیک بر شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در ردیف و طول بلال تأثیر معنی‌داری داشت. تیمارهای ۳۵۰۰ و ۴۵۰۰ گرم در هکتار اسید هیومیک، به دلیل شاخص و دوام سطح برگ بالاتر، عملکرد دانه بالاتری را به خود اختصاص دادند. آنها نتیجه‌گیری کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش دوام بافت‌های فتوسنتزی موجب بهبود عملکرد دانه شد (قربانی و همکاران، ۲۰۱۰). در تحقیق یلدرم (۲۰۰۷) محلول پاشی اسید هیومیک به مقدار صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی لیتر بر روی گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) باعث شد که مقدار اسید اسکوربیک در میوه‌های گوجه فرنگی را بالا ببرد. بیشترین میزان افزایش در عملکرد میوه، تعداد میوه و اسید اسکوربیک مربوط به مصرف ۲۰ میلی لیتر اسید هیومیک بود.

در تحقیقی دیگر استفاده از اسید هیومیک سبب افزایش تعداد گل در گل گلابول شده است (پین و همکاران، ۲۰۱۱). دادلی و همکاران (۲۰۰۴) مشخص نمودند که کاربرد مواد هیومیکی تأثیر مثبتی بر تولید گل در اطلسی و جعفری داشته است. در پژوهشی که بر روی گل همیشه بهار انجام شد مشخص گردید که استفاده از اسید هیومیک به همراه فسفر در این گیاه، سبب افزایش عملکرد گل خشک، تعداد گل، درصد اسانس، عملکرد بذر و روغن بذر شد (فرجامی و نبوی، ۲۰۱۴). اسیدهیومیک در غلظت‌های پایین ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سبب افزایش وزن تر نسبی در گل بریده آلسترومیا می‌شود (چمنی و همکاران، ۲۰۱۲). محققین بیان کرده‌اند که کاربرد اسیدهیومیک سبب

افزایش طول وزن ریشه در گیاه هویج شد (تیلر و کوپر، ۲۰۰۴). کاربرد هیومیک اسید به مقدار ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته در نشاء گوجه فرنگی نسبت به شاهد شد (حسینی و کاووسی، ۲۰۱۴). حق پرست و همکاران (۲۰۱۰) بیان کرده‌اند که کاربرد ۵۰ میلی گرم در لیتر اسیدهیومیک و اسیدفولویک باعث افزایش طول ساقه و ریشه گیاهچه فلفل شد، همچنین در گیاه گندم کاربرد ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر اسیدهیومیک باعث اثر معنی‌دار بر روی وزن خشک و تر اندام هوایی، ارتفاع ساقه و سطح برگ در گیاه گندم شد (سبزواری و همکاران، ۲۰۰۹). در پژوهشی دیگر مشخص شد که مصرف هیومیک اسید سبب افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه در گیاه فلفل شد (گالسر و همکاران، ۲۰۱۰). محققان بیان کردند در شرایط خشکی محلول پاشی گندم با اسید هیومیک و تغذیه با نیتروژن باعث پر شدن دانه‌ها می‌شود (یانگ و شو، ۲۰۰۰).

خان و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که مصرف اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته نخود نسبت به شاهد شد. در آزمایشی دیگر کاربرد اسید هیومیک به همراه کود اوره عملکرد سیب زمینی شیرین را ۲۹/۶ درصد نسبت به کاربرد کود اوره افزایش داد (چن و همکاران، ۲۰۱۷). اثر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک در بررسی مشایخی و همکاران (۱۳۹۸) بر تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آنها فقط بر قطر کاپیتول، وزن خشک برگ و عملکرد بیولوژیک بابونه موثر بود. در تحقیقی دیگر، چمنی و همکاران (۱۳۹۴) اثر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک را در افزایش رشد گیاه دارویی پروانش (*Catharanthus roseus* L.) مثبت و معنی‌دار گزارش کردند.

فصل سوم

مواد و روش

۳-۱- مکان و زمان انجام آزمایش

این آزمایش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشگاه صنعتی شاهرود (دانشکده کشاورزی) به اجرا در آمد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۱۳۴۵ متر، عرض جغرافیایی آن ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۴ درجه و ۱۹ دقیقه شرقی می باشد.

۳-۲- تیمارها و طرح آزمایش

این آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۱۸ کرت و مجموعاً شامل ۵۴ کرت آزمایشی انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل دور آبیاری و مصرف ملاس چغندر قند در خاک و پاشش ملاس چغندر قند بر روی برگ بود. سطوح فاکتورهای این آزمایش عبارت بودند از دور آبیاری در دو سطح (I_8) (شاهد؛ ۸ روز یکبار) و I_{16} (۱۶ روز یکبار)، مصرف ملاس چغندر قند در خاک (S_0) (شاهد، عدم استفاده)، S_{50} (استفاده به میزان ۵۰ لیتر در هکتار) و S_{100} (استفاده به میزان ۱۰۰ لیتر در هکتار) و پاشش ملاس چغندر قند بر روی برگ (L_0) (شاهد، پاشش آب معمولی)، L_{50} (استفاده به میزان ۵۰ لیتر در هکتار) و L_{100} (استفاده به میزان ۱۰۰ لیتر در هکتار) بود. دور آبیاری در پلات های اصلی و مقادیر ملاس در پلات های فرعی بود. ملاس در ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت به صورت مخلوط با آب توسط سمپاش فرغونی ۲۵۰ لیتری استفاده شد همچنین مخلوط آب و ملاس مورد استفاده خاکی، فقط به صورت پاشش مستقیم روی سطح خاک بوده است.

نقشه آزمایش به صورت زیر بود:

I	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁	I ₁₆
	S ₁₀₀	S ₀	S ₅₀	S ₅	S ₀	S ₅₀	S ₁₀	S ₀	S ₁₀	S ₁₀	S ₅	S ₀	S ₅₀	S ₁₀	S ₀	S ₁₀₀	6	S ₅₀
	L ₁₀	L ₅	L ₅	0	L	L ₁₀	0	L ₁₀	0	0	0	L ₁₀	L ₅	0	L ₅	L ₁₀	S ₀	L ₁₀
	0	0	0	L ₀	0	0	L ₀	0	L ₅₀	L ₅₀	L ₀	0	0	L ₀	0	0	L ₀	0

I	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈
I	S ₁₀	S ₅₀	S ₅	S ₀	S ₁₀₀	6	S ₅₀	S ₀	S ₁₀	S ₀	S ₅	S ₁₀₀	S ₅₀	S ₀	S ₁₀	S ₅₀	S ₀	S ₁₀
	0	L ₅	0	L ₅	L ₁₀	S ₀	L ₁₀	L ₁₀	0	L	0	L ₁₀	L ₁₀	L ₁₀	0	L ₅	L ₅	0
	L ₀	0	L ₀	0	0	L ₀	0	0	L ₅₀	0	L ₀	0	0	0	L ₀	0	0	L ₅₀

II	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₈	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁₆	I ₁
I	S ₁₀	S ₅₀	S ₅₀	S ₀	S ₀	S ₁₀	S ₅	S ₀	S ₁₀₀	S ₁₀₀	S ₅₀	S ₅	S ₁₀	S ₀	S ₁₀	S ₀	S ₅₀	6
	0	L ₁₀	L ₅	L	L ₅	0	0	L ₁₀	L ₁₀	L ₁₀	L ₁₀	0	0	L ₁₀	0	L ₅	L ₅	S ₀
	L ₅₀	0	0	0	0	L ₀	L ₀	0	0	0	0	L ₀	L ₀	0	L ₅₀	0	0	L ₀

۳-۴ عملیات اجرایی

۳-۴-۱- آماده سازی زمین.

زمین در سال قبل به صورت آیش و سال قبل از آن زیر کشت کلزا بود. در اوایل خرداد ۱۳۹۸ اقدام به آماده سازی زمین و با استفاده از گاوآهن برگردان دار شخم زده شد. سپس اقدام به عمل تسطیح زمین گردید. در پایان بوسیله فارور پشته هایی به فاصله ۶۰ سانتیمتر ایجاد شدند. ابتدا ابعاد کرت ها در زمین مورد آزمایش مشخص و سپس جوی های آبیاری تعبیه گردیدند. هر کرت آزمایشی شامل ۳ خط کاشت و ۱ خط نکاشت به مساحت ۸ متر مربع به طول ۴,۴۵ متر و عرض ۱,۵ متر و فاصله بذور روی ردیف ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. با توجه به شرایط خاک و نوع آبیاری بذور در

عمق ۵ سانتی متری خاک قرار داده شد. جوی های آبیاری به نحوی تعبیه شد که آب آبیاری اضافی هر تکرار توسط یک جوی خروجی در انتهای کرت ها از مزرعه خارج شود. رقم بذر مورد کشت در این طرح رقم ثمین بود.

۳-۵- کاشت، داشت و برداشت

کاشت بذر نخود در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۳۹۸ انجام گرفت عملیات کاشت به روش دستی و بصورت خشکه کاری صورت گرفت.

اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت و آبیاری دوم ۸ روز بعد از آبیاری اول صورت گرفت. روند آبیاری هر هشت روز یک بار تا مرحله استقرار و چهار برگی شدن گیاه ادامه یافت از زمان چهار برگی شدن شروع تنش کم آبیاری هر ۸ و ۱۶ روز تا پایان فصل رشد ادامه یافت.

وجین علف های هرز در کل دوره رشد بصورت دستی و شیمیایی انجام شد. مهمترین گونه های علف های هرز مزرعه عبارتند بودند از پیچک صحرایی، خارستر، سوروف و تاج ریزی که با دو بار وجین دستی و یکبار استفاده از علفکش سلکت سوپر به مقدار ۱ لیتر در هکتار با آنها مقابله شد. حدود دو هفته بعد از کاشت عمل واکاری در نقاطی که بذرها سبز نشده بودند، صورت گرفت و همزمان نقاطی که هر دو بذر کشت شده سبز گردیده بودند عمل تنک کردن صورت گرفت و بوته های ضعیف تر حذف گردیدند. در طول فصل رشد بیماری و آفت خاصی مشاهده نشد.

برداشت جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد در اواخر مهر ماه متقارن با ۱۳۰ روز پس از کاشت صورت گرفت. جهت اندازه گیری صفات به این ترتیب که ۵۰ سانتی متر از ابتدا و انتهای هر کرت به

عنوان حاشیه حذف شدند. سپس بوته ها به نحوی انتخاب می شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات کرت مربوطه را نشان دهند. به صورت تصادفی از هر کرت ۵ بوته از نزدیک زمین قطع گردید و برای اندازه گیری صفات مورد بررسی به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

۳-۶- صفات مورد اندازه گیری

صفات اندازه گیری شده در این آزمایش به شرح زیر بود:

- محتوای نسبی آب (RWC)

نمونه برداری با استفاده از قیچی از برگ رفرنس (آخرین برگ توسعه یافته) در مرحله خمیری نرم انجام شد و پس از آن نمونه ها بلافاصله درون یخ قرار گرفت. در آزمایشگاه وزن تر نمونه ها با ترازوی دقیق اندازه گیری شد (برگ ها نباید دچار شکستگی و پارگی باشند)، پس از این مرحله تمامی نمونه ها در آب مقطر قرار داده شده و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار گرفت. پس از ۲۴ ساعت وزن اشباع برگ ها اندازه گیری و برگ ها به مدت ۲۴ ساعت دیگر در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون قرار گرفتند و پس از طی این زمان وزن خشک برگ ها اندازه گیری شدند. با قراردادن اعداد حاصل از توزین با ترازوی دارای دقت یک ده هزارم در رابطه زیر میزان RWC محاسبه شد (ریچ و نگوین، ۱۹۹۰):

$$RWC = \frac{Fw - Dw}{Sw - Dw} \times 100$$

Fw: وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه برداری

Dw: وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون

Sw: وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر

- تعیین میزان قندهای محلول برگ

برای سنجش قندهای محلول برگ، از روش فنول - اسید سولفوریک استفاده شد. در ابتدا یک دهم گرم از وزن تر برگ را درون لوله آزمایش استریل شده قرار داده شد. سپس ۱۰ سی سی الکل اتانول به هر نمونه اضافه گردید و نمونه ها در بن ماری با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شدند. پس از آن ۱ سی سی از عصاره تهیه شده به همراه ۱ سی سی فنول نیم درصد و ۵ سی سی اسید سولفوریک ۹۵ درصد درون سل قرار داده شدند. سپس با طول موج ۴۸۳ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر نمونه ها قرائت شدند. جهت کالیبره کردن دستگاه اسپکتروفتومتر از محلول blank استفاده شد. استفاده از این محلول میزان خطا هنگام قرائت نمونه را کاهش می دهد. محلول blank حاوی ۱ سی سی اتانول + ۱ سی سی فنل نیم درصد + ۵ سی سی اسید سولفوریک بود (پاتیزیا و همکاران، ۲۰۰۶).

- سنجش پرولین

برای استخراج پرولین، ۰/۵ گرم از بافت برگ توسعه یافته با ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی کوبیده و محصول حاصل به لوله فالكوم انتقال داده شد. عصاره گیری با ۵ میلی لیتر اتانول ۷۰ درصد دوبار تکرار شد. مخلوط حاصل به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و از فاز مایع برای استخراج پرولین استفاده گردید. سپس یک میلی لیتر از عصاره با ۵ میلی لیتر آب مقطر رقیق شد و ۵ میلی لیتر معرف ناین هیدرین (مخلوط ۱/۲۵ گرم ناین هیدرین در ۳۰ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال^۲ و ۲۰ میلی لیتر اسید فسفریک ۶ مولار) به آن اضافه شد. پس از افزودن ۵ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال به آن و هم زدن به مدت چند ثانیه با دست، محلول به مدت ۴۵

² - Glacial acetic acid

دقیقه در حمام آب گرم قرار گرفت. پس از خارج کردن نمونه ها و خنک کردن آنها، ۵ میلی لیتر تولوئن به آن ها اضافه و با هم زدن مکانیکی مخلوط شدند تا پرولین وارد فاز تولوئن شود. نمونه ها ۳۰ دقیقه به حال سکون رها و آنگاه میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه گیری شد (سوبارا و همکاران، ۲۰۰۰).

– استخراج و اندازه گیری فعالیت آنزیم کاتالاز

مواد و محلول های مورد نیاز به شرح زیر می باشد:

۱- بافر استخراج فسفات مونوسدیک (NaH_2PO_4) ۱۰۰ میلی مولار با pH برابر با ۷/۵ محتوی

Triton X-100 با غلظت ۰/۱ درصد.

۲- بافر پایه فسفات مونوسدیک ۵۴ میلی مولار با pH برابر با ۶/۸.

۳- محلول پایه آب اکسیژنه (H_2O_2) ۴۵۰ میلی مولار. برای تهیه این محلول مقدار ۱۹۲

میکرولیتر از آب اکسیژنه ۳۵ درصد با آب مقطر به حجم نهایی ۵ میلی لیتر رسانده شد.

برای استخراج آنزیم کاتالاز از روش کار و میشر (۱۹۷۶) استفاده شد. برای استخراج آنزیم یک

گرم از برگ نخود از برگ های بالایی گیاه برداشت شد و با ۵ میلی لیتر بافر استخراج در هاون چینی

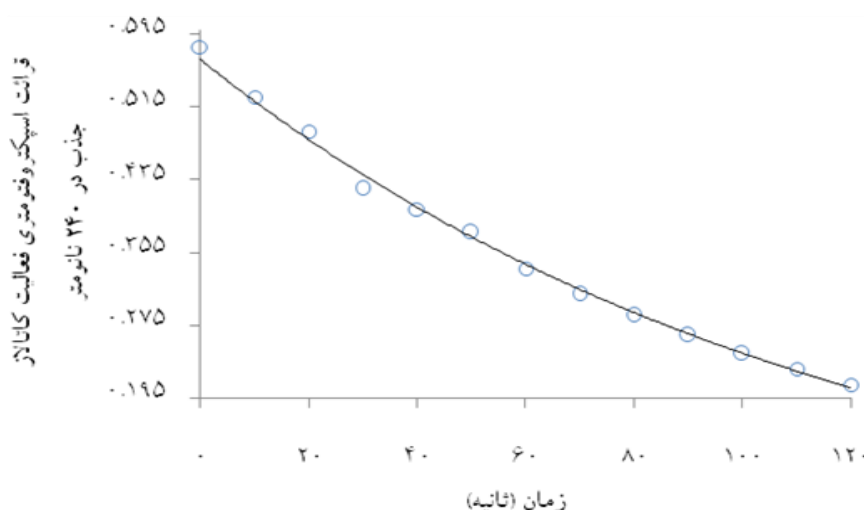
درون ظرف یخ کوبیده و هموژنیزه گردید. پس از آن محلول هموژن از دو لایه پارچه ململ عبور داده

شد و عصاره حاصل در میکروتیوب ریخته شد. میکروتیوب ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه

سانتی گراد در ۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ شدند. پس از سانتریفیوژ، فاز میانی در زیر لایه لیپیدی برای

اندازه گیری فعالیت آنزیم استفاده شد.

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز از روش لوک (۱۹۶۲) استفاده شد. در این روش، ۵ میلی‌لیتر مخلوط واکنش حاوی ۲/۸۷۵ میلی‌لیتر بافر فسفات مونوسدیک (۵۰ میلی‌مولار) با pH برابر ۶/۸، ۲۵ میکرولیتر عصاره آنزیمی و ۱۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه (۱۵ میلی‌مولار) ترکیب و برای اندازه‌گیری استفاده شد. با اضافه کردن آب اکسیژنه به مخلوط واکنش فعالیت آنزیمی شروع شد. محلول بلانک، حاوی ۲/۹۷۵ میلی‌لیتر بافر فسفات مونوسدیک (۵۰ میلی‌مولار) با pH برابر ۶/۸ و ۲۵ میکرولیتر عصاره آنزیمی در نظر گرفته شد. کاهش جذب نور در طول موج ۲۴۰ نانومتر برای مدت زمان ۲ دقیقه اندازه‌گیری شد (شکل ۳-۱). برای محاسبه فعالیت آنزیم از تغییرات جذب نور در یک دقیقه اول واکنش استفاده شد.



شکل ۳-۱. تغییرات جذب نور طی زمان در مخلوط واکنش آنزیم کاتالاز در تیمار شاهد برگ نخود.

- تخمین رنگی‌های فتوسنتزی

برای اندازه‌گیری کلروفیل با دستگاه اسپد، در هر کرت تعداد ۳ بوته به عنوان معیار کرت انتخاب و علامت گذاری شدند. در هر اندازه‌گیری تعداد ۳ برگ (جدید، قدیمی و معمولی) از هر بوته انتخاب و

کلروفیل آن توسط دستگاه SPAD تعیین شد. سپس میانگین آنها محاسبه گردید. در نهایت میانگین کلروفیل ۳ بوته در هر کرت بر حسب واحد اسپد برای محاسبات تعیین شد.

- عملکرد و اجزای عملکرد

برای محاسبه اجزای عملکرد در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی (مرحله R₇: برگ‌ها شروع به زرد شدن نموده و ۵۰٪ غلاف‌ها زرد شده‌اند) در هر واحد آزمایشی پنج بوته (غیر از حاشیه) مشخص شد و بوته‌های آن برداشت و اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه) اندازه‌گیری شدند. در مرحله رسیدگی برداشت، به‌منظور تعیین عملکرد نهایی، دو مترمربع غیر از حاشیه در هر واحد آزمایشی، مشخص و بوته‌های آن برداشت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه عملکرد نهایی دانه اندازه‌گیری شد. برای محاسبه شاخص برداشت پس از محاسبه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، با تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک ضرب در ۱۰۰ شاخص برداشت به صورت درصد محاسبه شد.

۳-۷- تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها، تجزیه رگرسیون و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD با استفاده از نرم افزار SAS و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل انجام شد.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورهای مختلف بر ارتفاع بوته نشان داد که اثر آبیاری، محلول پاشی برگ، کاربرد خاکی و اثرات متقابل محلول پاشی×آبیاری و محلول پاشی برگ× کاربرد خاکی بر ارتفاع بوته نخود معنی دار بود (جدول ۴-۱).

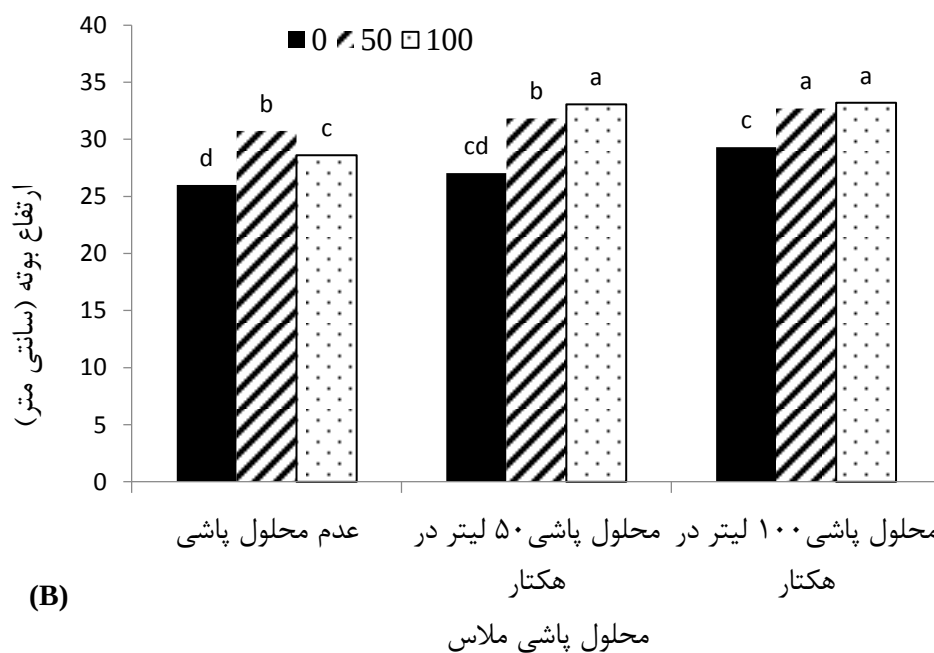
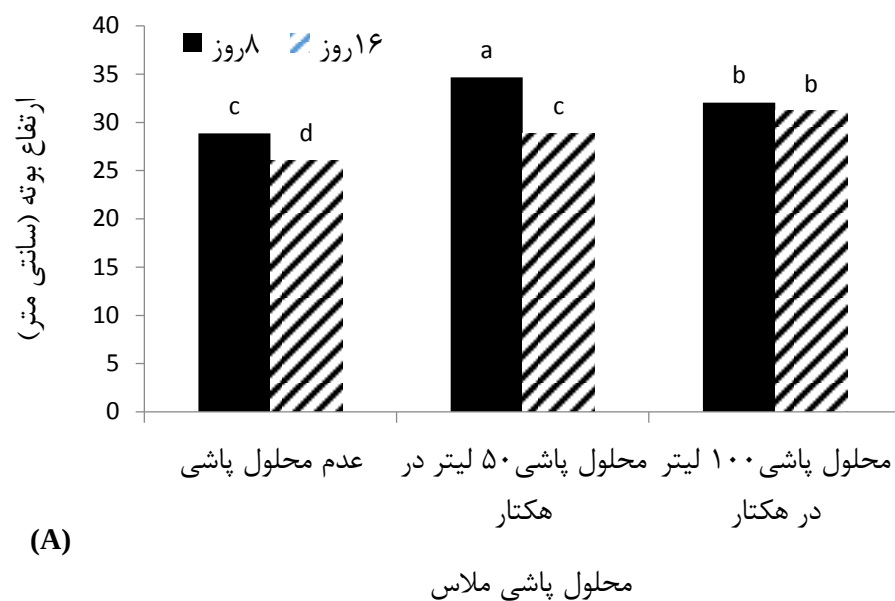
جدول ۴-۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر ارتفاع بوته نخود

ارتفاع بوته	درجه آزادی	منابع تغییر
۱۰/۴۸ ^{ns}	۲	تکرار
۱۳۴/۱ ^{**}	۱	آبیاری
۱۱/۲	۲	خطا
۱۰۷/۷ ^{**}	۲	محلول پاشی برگ
۲۷/۹ ^{**}	۲	محلول پاشی برگ×آبیاری
۵۰/۵ ^{**}	۲	محلول پاشی خاکی
۰/۲۵ ^{ns}	۲	محلول پاشی خاکی×آبیاری
۶/۷۸ [*]	۴	محلول پاشی خاکی×محلول پاشی برگ
۲/۲۷ ^{ns}	۴	محلول پاشی خاکی×محلول پاشی برگ×آبیاری
۳/۲۸	۲۴	خطا
۵/۹		ضریب تغییرات %

بر اساس نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل محلول پاشی و آبیاری بر ارتفاع بوته نخود، بیشترین ارتفاع بوته در تیمار محلول پاشی ۵۰ لیتر در هکتار و آبیاری ۸ روز مشاهده شد که برابر ۳۴/۷ سانتی متر بود و کمترین ارتفاع بوته نیز در شرایط عدم محلول پاشی و آبیاری ۱۶ روز مشاهده

شد که برابر ۲۶/۱ سانتی‌متر بود (شکل ۴-۱). در شرایط محلول پاشی ۱۰۰ لیتر در هکتار، اختلاف معنی داری بین دور آبیاری وجود نداشت. با استفاده همزمان ملاس به صورت پاشش روی گیاه و خاک، ارتفاع گیاه نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل ۴-۱).

محققان بیان کرده اند یکی از نخستین ترین علائم تنش خشکی متوقف شدن رشد و ریزش برگ-ها می‌باشد که این امر موجب کاهش بیوماس و کاهش ارتفاع بوته می شود (حیدری و همکاران، ۲۰۱۵). از این رو هر عاملی که باعث کاهش اثرات تنش خشکی شود در نهایت می‌تواند بیوماس و ارتفاع گیاه را افزایش دهد. محققان بیان کرده اند کاربرد ملاس می‌تواند باعث افزایش تحمل به تنش خشکی و افزایش فعالیت بیولوژیک خاک شود؛ ایشان دلیل این امر را وجود اسید هیومیک و اسید فولویک فراوان در ملاس بیان کردند که می‌توانند رشد رویشی را تحریک کنند (ساماتا و ساماتا، ۲۰۱۴). یانگ و همکاران (۲۰۱۸) نشان داده‌اند مواد هیومیکی می‌تواند باعث بهبود جوانه‌زنی بذر را در چندین گونه تحریک کند. همچنین آنها دریافتند اسید هیومیک باعث افزایش جذب نیتروژن بوسیله گیاهان می‌شود و جذب K و P، Mg، Ca را تحریک کرده و افزایش می دهد این امر باعث افزایش در رشد رویشی گیاه می‌گردد. ملاس به دلیل داشتن تنظیم کننده‌های رشد، اسید هیومیک، فولویک اسید، ویتامین‌ها و آمینواسیدها تاثیر مفیدی روی رشد گیاهان دارد (جینگ مینگ و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج بررسی‌ها نشان داده که کاربرد ملاس باعث افزایش رشد گیاه، تحریک رشد ریشه، تاخیر در پیری و بهبود تحمل به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری و درجه حرارت می شود (چاندراجو و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۴-۱- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگی ملاس چغندر قند (A) و اثر متقابل محلول پاشی برگی و محلول پاشی خاکی ملاس چغندر قند بر ارتفاع بوته نخود (B).

۴-۲- کلروفیل برگ (عدد اسپد)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده آبیاری، محلول پاشی برگ و کاربرد خاکی ملاس چغندر قند بر کلروفیل برگ معنی دار بود، همچنین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ معنی دار شد (جدول ۴-۲).

جدول ۴-۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر عدد کلروفیل متر نخود

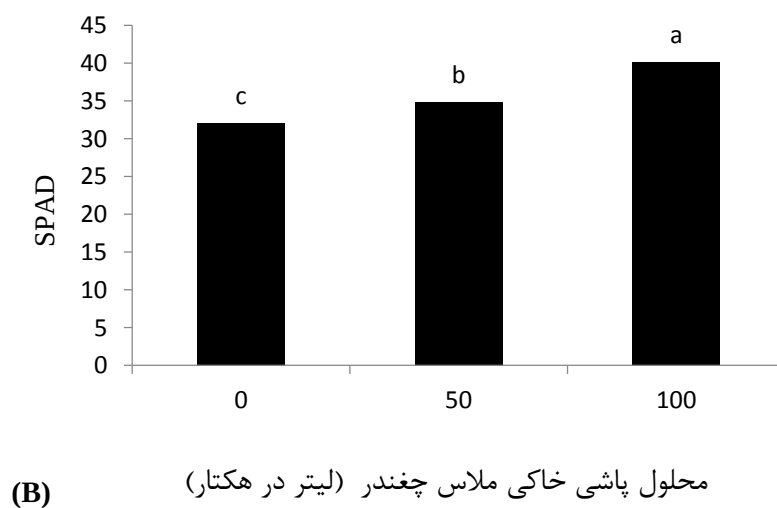
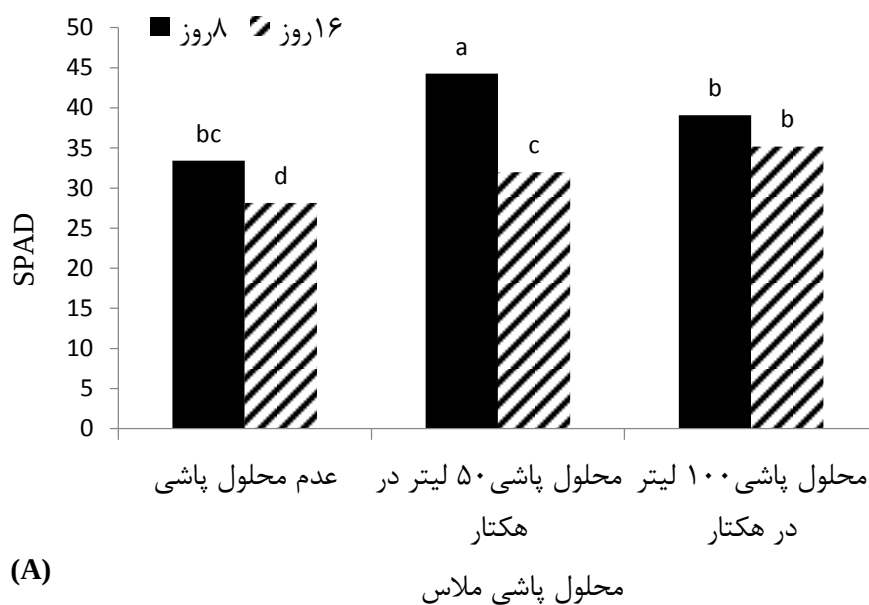
منابع تغییر	درجه آزادی	SPAD
تکرار	۲	۲۸/۲ ^{ns}
آبیاری	۱	۶۹۱/۹ ^{**}
خطا	۲	۳/۵۰
محلول پاشی برگ	۲	۲۸۶/۴۷ ^{**}
محلول پاشی برگ × آبیاری	۲	۹۰/۸ [*]
محلول پاشی خاکی	۲	۲۳۹/۷ ^{**}
محلول پاشی خاکی × آبیاری	۲	۲/۸۴ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ	۴	۱۲/۳۹ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ × آبیاری	۴	۳/۹۵ ^{ns}
خطا	۲۴	۳۰/۹۲
ضریب تغییرات %		۱۵/۷

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ نشان داد که در تمام سطوح محلول پاشی برگ، با افزایش دور آبیاری عدد اسپد نیز کاهش پیدا کرد (شکل ۴-۲). بیشترین مقدار این صفت در شرایط محلول پاشی ۵۰ لیتر در هکتار و دور آبیاری ۸ روز مشاهده شد که برابر ۴۴/۳ بود. کمترین مقدار آن در تیمار عدم محلول پاشی و دور آبیاری ۱۶ روز حاصل شد که برابر ۲۸/۱ بود. به

موازات افزایش مقدار ملاس استفاده شده در خاک، عدد اسپد بزرگتری نیز حاصل گردید (شکل ۴-۲). به طوری که در تیمارهای ۰، ۵۰ و ۱۰۰ لیتر ملاس چغندر قند، عدد کلروفیل متر به ترتیب برابر با ۳۲/۱، ۳۴/۹ و ۴۰/۲ بود.

تنش خشکی، رشد رویشی و عملکرد را از طریق کاهش سطح برگ و فتوسنتز جامعه گیاهی کاهش می‌دهد. میزان این کاهش به شدت تنش و مرحله‌ای از نمو که تنش رخ می‌دهد بستگی دارد (محسن-زاده و همکاران، ۲۰۰۶). در طی تنش رطوبتی، کلروفیل‌ها در کلروپلاست تجزیه و ساختارهای تیلاکوئید ناپدید گشته و باعث تولید اکسیژن فعال همراه با کاهش و تجزیه کلروفیل می‌شود (کوستا و همکاران، ۲۰۱۵). کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش رطوبتی می‌تواند به‌عنوان یک عامل محدود کننده غیر روزنه‌ای فتوسنتز به حساب آید (بهره و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد با افزایش در دور آبیاری و وارد شدن تنش به گیاه عدد کلروفیل متر کاهش پیدا کرد (شکل ۴-۲). قربانلی و نیاکان (۲۰۰۵) نیز در مطالعه خود کاهش پایداری و دوام رنگیزه‌ها و میزان کلروفیل a و b در طی تنش رطوبتی در نخود و سویا را گزارش نمودند. همچنین ایشان بیان کردند در شرایط تنش فاکتورهای لازم جهت سنتز کلروفیل کاهش و تخریب ساختمان آن افزایش می‌یابد. حفظ غلظت کلروفیل تحت شرایط تنش به ثبات فتوسنتز در این شرایط کمک می‌کند (خادم و همکاران، ۲۰۱۰). کاربرد خارجی اسید فولویک و اسید هیومیک در بسیاری از گیاهان از جمله ذرت، کلزا، گندم و جو نیز افزایش غلظت کلروفیل را به دنبال داشته است (قای و ستیا، ۲۰۰۲؛ اسرینگو و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه‌ای محلول پاشی اسید فولویک و اسید جاسمونیک موجب افزایش مقاومت به خشکی و افزایش کلروفیل‌های a و b شد (عباسپور و رضایی، ۲۰۱۴). کاربرد ترکیبات هیومیکی بر روی گیاه لوبیا چشم

بلبلی سبب ایجاد برگ‌های انبوه و تیره شدن رنگ سبز برگ‌ها شد که نشان از افزایش کلروفیل در این برگ‌ها داشت (آستارایی و ایوانی، ۲۰۰۸).



شکل ۴-۲- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ (A) و اثر ساده محلول پاشی خاکی ملاس چغندر (عدد اسپد) برگ (عدد اسپد) در نخود (B).

۴-۳- محتوای نسبی آب برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر آبیاری، محلول پاشی برگ، اثر متقابل آبیاری × محلول پاشی و اثر کاربرد خاکی ملاس چغندر بر محتوای نسبی آب برگ نخود معنی دار بود (جدول ۴-۳).

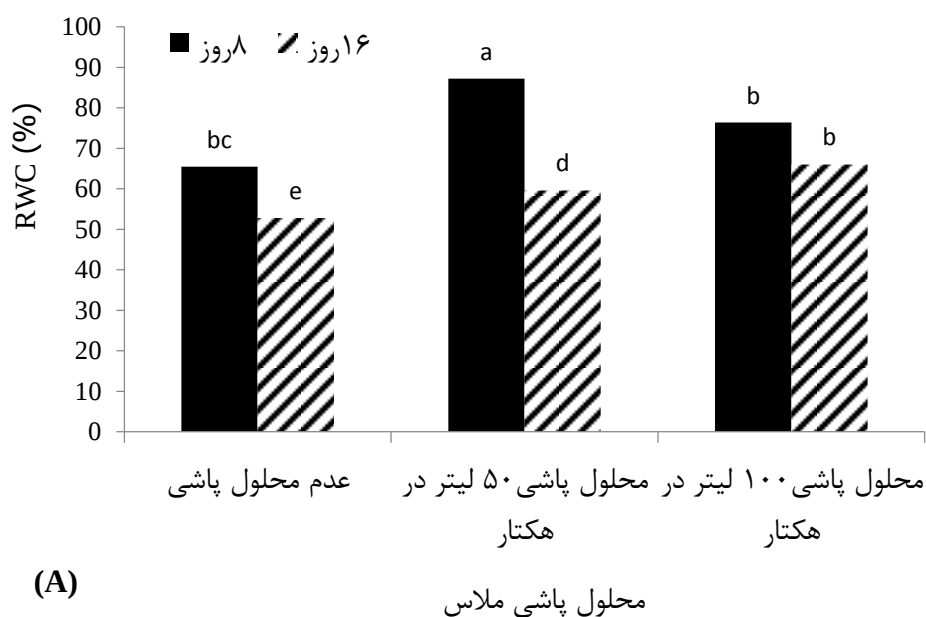
جدول ۴-۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر بر محتوای نسبی آب برگ نخود

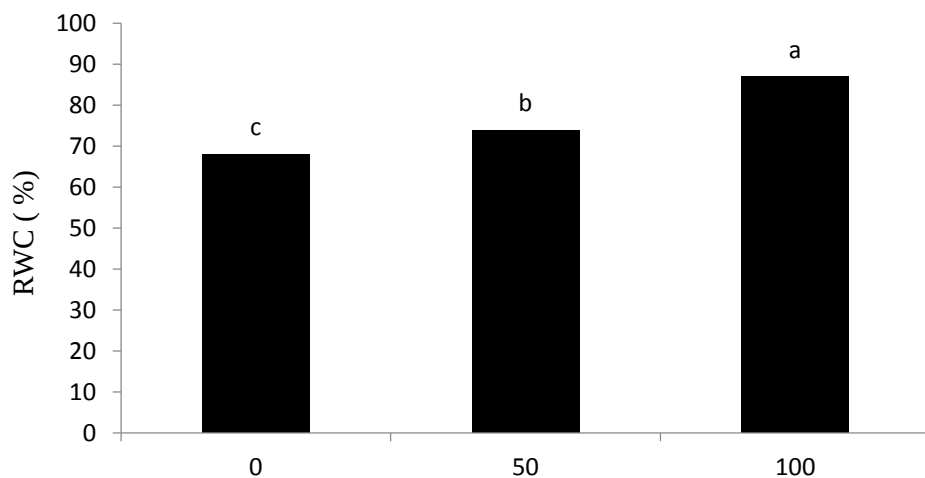
محتوای نسبی آب برگ	درجه آزادی	منابع تغییر
۱۰۰/۵ ^{ns}	۲	تکرار
۲۸۳۲/۱ ^{**}	۱	آبیاری
۲۲/۴	۲	خطا
۱۰۶۱/۰ ^{**}	۲	محلول پاشی برگ
۳۹۲/۷ [*]	۲	محلول پاشی برگ × آبیاری
۹۷۷/۶ ^{**}	۲	محلول پاشی خاکی
۲۵/۸ ^{ns}	۲	محلول پاشی خاکی × آبیاری
۵۴/۷ ^{ns}	۴	محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ
۳۴/۰ ^{ns}	۴	محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ × آبیاری
۵۷/۷	۲۴	خطا
۱۲/۸		ضریب تغییرات %

بر اساس نتایج ارائه شده در شکل ۴-۳، در شرایط دور آبیاری ۱۶ روز، محلول پاشی برگ توانست محتوای نسبی آب را به سطحی بالاتر از شاهد ارتقاء دهد. در شرایط دور آبیاری ۸ روز، این تأثیر مثبت تنها به کاربرد ۵۰ لیتر در هکتار اختصاص داشت. به موازات افزایش مقدار ملاس استفاده شده در خاک، محتوای نسبی آب در برگ به طور خطی بیشتر شد (شکل ۴-۳). به طوری که در

تیمارهای ۰، ۵۰ و ۱۰۰ لیتر ملاس چغندر قند، کمیت این صفت به ترتیب برابر با ۶۷/۹، ۷۳/۹ و ۸۶/۹ درصد بود.

یکی از مهم‌ترین تغییرات ناشی از تنش خشکی کاهش محتوای آب نسبی برگ (RWC) می‌باشد. این صفت می‌تواند توانمندی گیاه را در تحمل به تنش خشکی نشان دهد. کاهش محتوای آب نسبی و بسته شدن روزنه‌ها اولین تاثیر تنش خشکی بوده که از طریق اختلال در ساخت مواد فتوسنتزی موجب کاهش میزان عملکرد می‌شود (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۸). تنش‌های محیطی با تغییر ساختمان غشا از نظر کمیت و کیفیت اسیدهای چرب و پروتئین‌ها می‌تواند رشد گیاه را تحت تاثیر قرار دهد. خشکی از طریق ایجاد تنش اکسیداتیو، یکپارچگی (انسجام) غشا سلول را تحت تاثیر قرار می‌دهد و از این طریق می‌تواند محتوای نسبی آب برگ را کاهش دهد (تاتاری و همکاران، ۲۰۱۶). محتوای نسبی آب برگ می‌تواند به عنوان شاخص مناسب جهت ارزیابی میزان تحمل گیاهان به تنش خشکی مورد استفاده قرار گیرد.





(B) محلول پاشی خاکی ملاس چغندر (لیتر در هکتار)

شکل ۴-۳- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ (A) و محلول پاشی خاکی ملاس چغندر بر محتوای نسبی آب برگ نخود (B).

۴-۵- پرولین

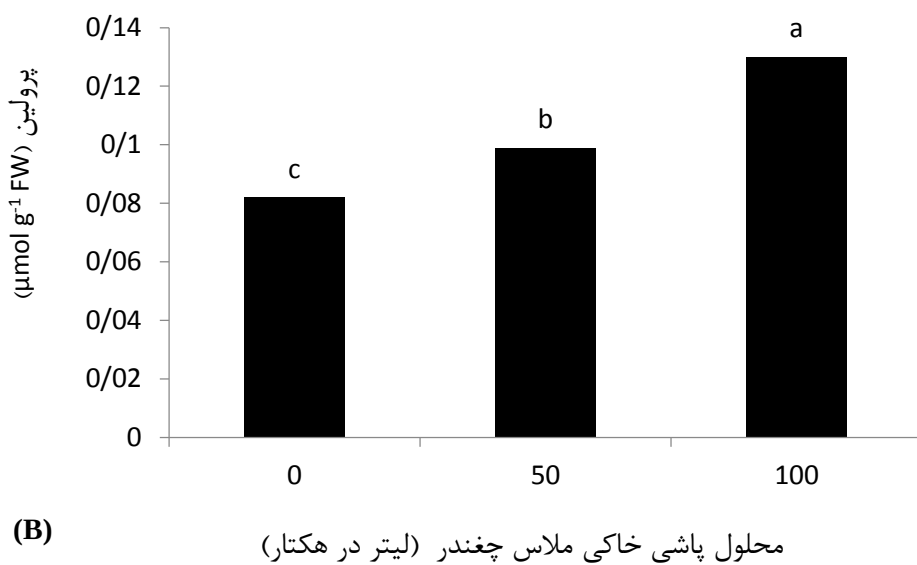
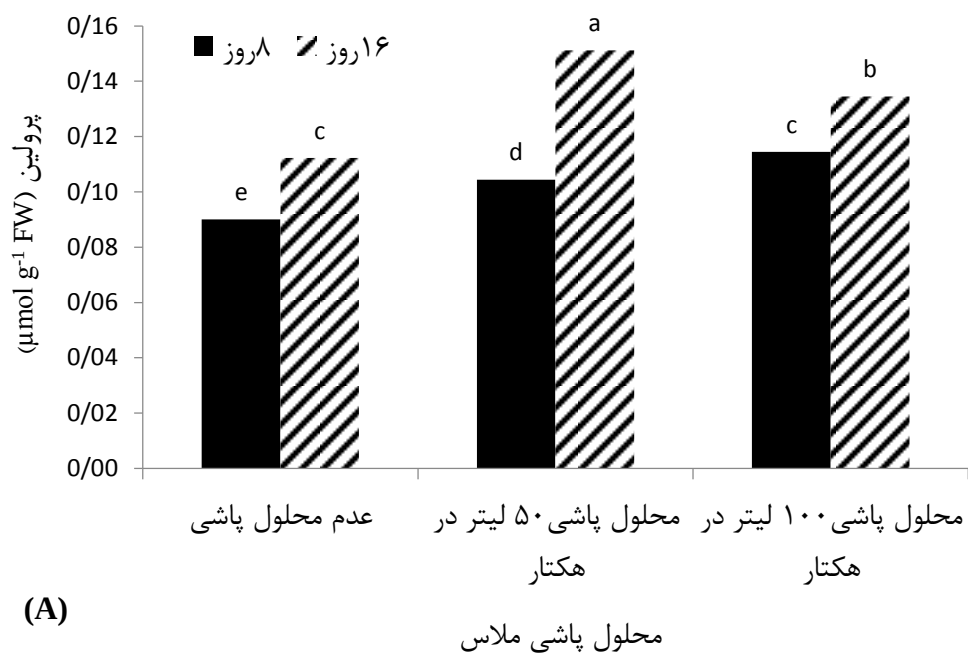
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر بر محتوای پرولین معنی دار است (جدول ۴-۵). برهمکنش آبیاری و محلول پاشی برگ نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد.

جدول ۴-۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر پرولین نخود

منابع تغییر	درجه آزادی	پرولین
تکرار	۲	۰/۰۰۲ ^{ns}
آبیاری	۱	۰/۰۱۱ ^{**}
خطا	۲	۰/۰۰۲
محلول پاشی برگ	۲	۰/۰۰۹ ^{**}
محلول پاشی برگ × آبیاری	۲	۰/۰۰۹ [*]
محلول پاشی خاکی	۲	۰/۰۰۳ [*]
محلول پاشی خاکی × آبیاری	۲	۰/۰۰۰۹ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ	۴	۰/۰۰۲ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ × آبیاری	۴	۰/۰۰۸ ^{ns}
خطا	۲۴	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات %		۱۵/۱

به طوریکه در شکل ۴-۵ قابل رؤیت است، میزان پرولین در دور آبیاری ۱۶ روز بیشتر از ۸ روز بود. در هر دو شرایط دور آبیاری ۸ و ۱۶ روز، محلول پاشی برگ منجر به افزایش محتوای پرولین به سطحی بالاتر از شاهد شد. شایان ذکر است که در شرایط دور آبیاری ۱۶ روز، این تأثیر مثبت محلول پاشی به میزان ۵۰ لیتر در هکتار بیشتر از ۱۰۰ لیتر در هکتار بود. در شرایط دور آبیاری ۸ روز، عکس این حالت وجود داشت. با افزایش میزان محلول پاشی خاکی ملاس چغندر قند، کمیت پرولین گیاه به طور خطی بیشتر شد (شکل ۴-۵). به طوری که در سطوح ۰، ۵۰ و ۱۰۰ لیتر در هکتار ملاس میزان پرولین به ترتیب برابر ۰/۰۸۲، ۰/۰۹۹ و ۰/۱۳ $\mu\text{mol g}^{-1} \text{FW}$ بود.

محققان بیان کرده‌اند در برابر تنش خشکی، گیاه نیز مکانیسم‌های مقابله دارد که خود را از تنش خشکی در امان نگه می‌دارد. از جمله این مکانیسم‌ها، اجتناب و تحمل تنش آبی است (کی و همکاران، ۲۰۱۹). تنظیم اسمزی به عنوان مهم ترین جزء مکانیسم تحمل می‌باشد که در طی آن گیاهان با شکستن مولکول‌های درشت درون سلول خود، و افزایش برخی مواد آلی از جمله اسید آمینه پرولین با تنش خشکی مقابله می‌کنند (حضرتی و همکاران، ۲۰۱۳). هر عاملی که باعث افزایش در میزان پرولین طی تنش خشکی شود در نهایت می‌تواند مقاومت گیاه طی تنش خشکی را نیز افزایش دهد. نتایج این آزمایش نشان داد ملاس چغندر قند به دلیل داشتن ترکیبات مختلف در نهایت می‌تواند باعث افزایش در تولید پرولین در گیاه نخود شود (شکل ۵-۴)، نتایج مطالعات نشان داده است که اسید هیومیک می‌تواند به عنوان تنظیم کننده رشد برای تنظیم سطح هورمون‌ها، بهبود رشد گیاهان و افزایش تحمل به تنش مورد استفاده قرار گیرد (سرنا و همکاران، ۲۰۰۲). اسید فولویک خود از ترکیبات فنلی در گیاهان است و نقش محوری در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی و اسمزی در گیاهان دارد و می‌تواند سایر مکانیسم‌های تنظیم اسمزی از جمله تولید پرولین را نیز تحریک کند (پییر و همکاران، ۲۰۰۸). کمبود آب باعث افزایش میزان پرولین و قندهای محلول در گیاه لوبیا چشم بلبلی نسبت به شاهد شده است (سوزا و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین بیان شده است در شرایط تنش خشکی، در ارقامی که مقاومت بیشتری به تنش خشکی دارند، غشاء سلول دچار تخریب کمتری می‌شود و پرولین آزاد ممکن است در طول تنش، پایداری غشاء را افزایش دهد (کوچوا و همکاران، ۲۰۰۳).



شکل ۴-۵- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ (A) و اثر ساده محلول پاشی خاکی ملاس چغندر بر محتوای پرولین نخود (B).

۴-۶- قندهای محلول

در جدول ۴-۶ تجزیه واریانس اثر آبیاری، محلول پاشی، کاربرد خاکی ملاس چغندر و اثرات متقابل آنها بر قندهای محلول ارایه شده است. علاوه بر اثر متقابل محلول پاشی برگ و آبیاری، اثرات ساده این دو و همچنین اثر ساده محلول پاشی خاکی ملاس چغندر قند معنی دار بدست آمد.

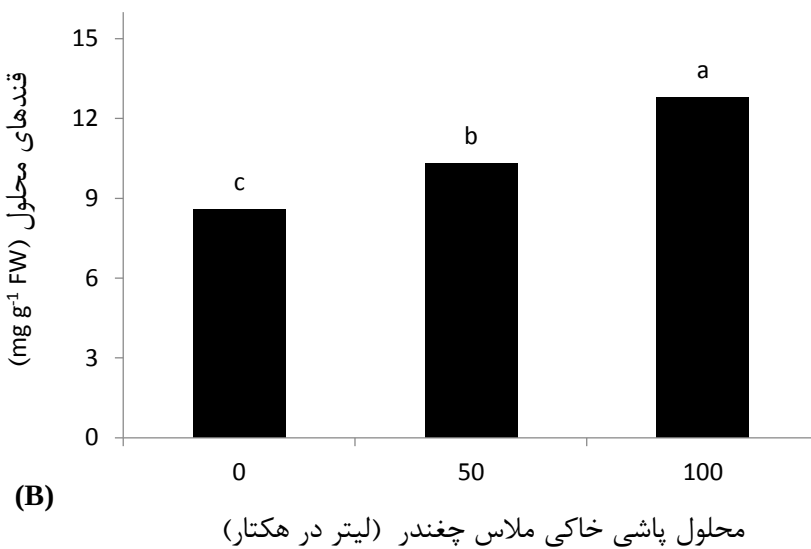
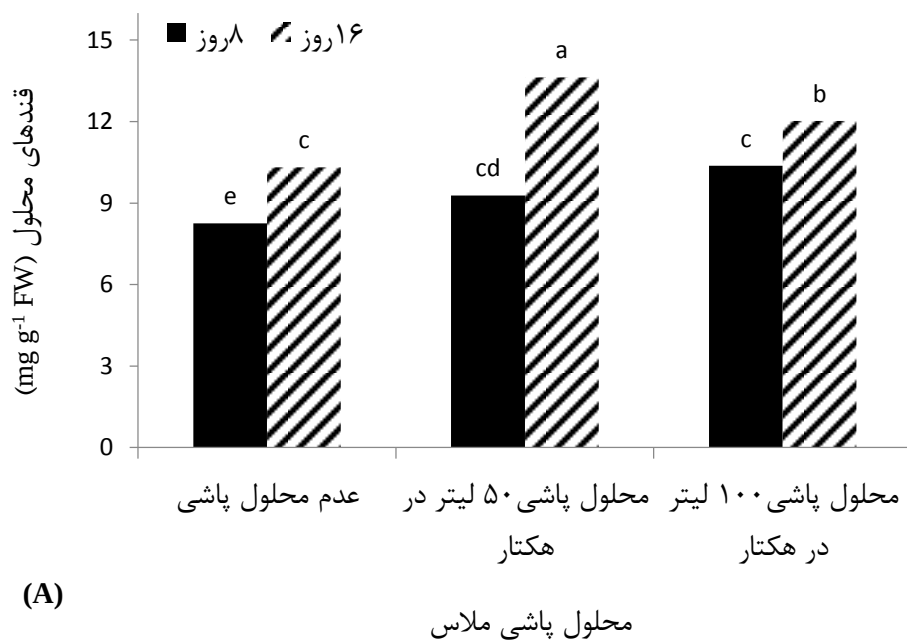
جدول ۴-۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر قندهای محلول در نخود

منابع تغییر	درجه آزادی	قندهای محلول
تکرار	۲	۰/۱۸۲ ^{ns}
آبیاری	۱	۹۷/۵۲ ^{**}
خطا	۲	۱/۲۹
محلول پاشی برگ	۲	۲۵/۴۴ ^{**}
محلول پاشی برگ × آبیاری	۲	۹/۵۱ [*]
محلول پاشی خاکی	۲	۲۳/۶۶ ^{**}
محلول پاشی خاکی × آبیاری	۲	۰/۸۲ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ	۴	۰/۳۸ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ × آبیاری	۴	۰/۸۶ ^{ns}
خطا	۲۴	۳/۵۴
ضریب تغییرات %		۱۷/۶

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول پاشی برگ و آبیاری بر قندهای محلول در شکل ۴-۶ آورده شده است. بر اساس این نتایج، در شرایط دور آبیاری ۸ روز، محلول پاشی برگ باعث شد که غلظت قندهای محلول در برگ به سطحی بالاتر از شاهد ارتقاء یابد. این حالت برای شرایط دور آبیاری ۱۶ روز نیز صادق بود. بیشترین کمیت این صفت در ترکیب تیماری محلول پاشی برگ ۵۰ لیتر در

هکتار و دور آبیاری ۱۶ روز مشاهده شد که برابر $13/6 \text{ mg g}^{-1} \text{ FW}$ بود. متناسب با افزایش مقدار محلول پاشی خاکی ملاس چغندر قند، غلظت قندهای محلول در برگ نیز افزایشی خطی نشان داد (شکل ۴-۶).

یکی دیگر از اسمولیت های سازگار، قندهای محلول هستند که در شرایط تنش خشکی تجمع می یابند و باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش خشکی می شوند (احمدی و همکاران، ۲۰۰۵). افزایش تنش خشکی موجب افزایش در مقدار قندهای محلول و محتوای پرولین برگ ها در گیاه آفتابگردان شد (حمودی و همکاران، ۲۰۰۰). آزمایش روی گیاه نخود نیز نشان داد که تنش خشکی، قندهای محلول را افزایش داد و باعث کاهش میزان نشاسته در آن شد. دلیل این امر آن است که در شرایط تنش، گیاه برای مقابله با تنش، مولکول های درشتی مثل نشاسته ها را شکسته (هیدرولیز نموده) و این امر، سبب افزایش محتوای قند گیاه می شود (قربانلی و همکاران، ۲۰۰۱).



شکل ۴-۶- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ (A) و اثر ساده محلول پاشی خاکی ملاس چغندر (B) بر قندهای محلول نخود.

۷-۴- کاتالاز

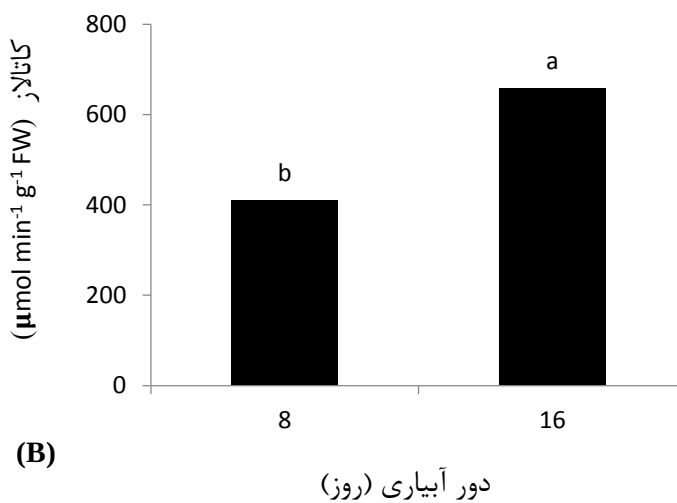
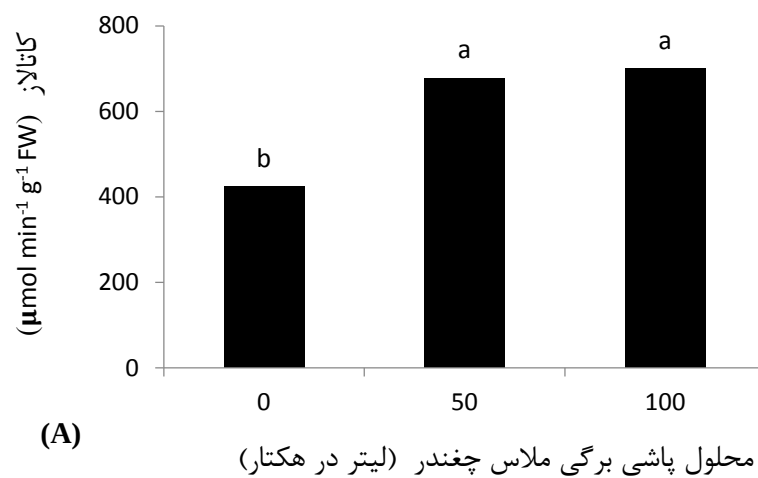
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تنها اثرات ساده آبیاری و محلول پاشی برگ‌گی ملاس چغندر قند بر فعالیت این آنزیم معنی‌دار شد (جدول ۷-۴).

جدول ۷-۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول پاشی برگ‌گی و خاکی ملاس چغندر قند بر فعالیت آنزیم کاتالاز نخود

منابع تغییر	درجه آزادی	کاتالاز
تکرار	۲	۱۴۲۵۱ ^{ns}
آبیاری	۱	۵۲۱۵۴ ^{**}
خطا	۲	۱۶۳۵
محلول پاشی برگ‌گی	۲	۲۵۴۳۲۱ ^{**}
محلول پاشی برگ‌گی × آبیاری	۲	۷۶۳۲۱ ^{ns}
محلول پاشی خاکی	۲	۲۲۲۱ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × آبیاری	۲	۳۶۵۴ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ‌گی	۴	۵۰۲۸ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ‌گی × آبیاری	۴	۵۸۴۴ ^{ns}
خطا	۲۴	۱۷۵۴۲
ضریب تغییرات %		۱۱/۸

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، فعالیت آنزیم کاتالاز در شرایط واجد ملاس چغندر قند بیشتر از شرایط فاقد آن بدست آمد (شکل ۷-۴). با این حال، بین سطوح ۵۰ و ۱۰۰ لیتر در هکتار محلول پاشی برگ‌گی ملاس چغندر قند از نظر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر آبیاری بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز نشان داد که افزایش دور آبیاری باعث افزایش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم کاتالاز شد (شکل ۷-۴).

تنش خشکی از طریق افزایش تولید مواد تخریب کننده غشا از جمله پراکسید هیدروژن، سبب تخریب غشای سلولی گشته و در نتیجه ضریب پایداری غشا در شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد. گیاهان متحمل به تنش خشکی مکانیسم‌هایی برای مقابله با تخریب غشا دارند که یکی از این مکانیسم‌ها تجزیه پراکسید هیدروژن توسط آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز است (حسن زمان و همکاران، ۲۰۱۸). قلندری و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که کاهش میزان کلروفیل a در اثر تنش خشکی مربوط به افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن می‌باشد که این رادیکال‌های آزاد سبب پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگیزه‌ها می‌شود. احتمالاً ملاس از طریق جذب آهن که به عنوان گروه پروستتیک هموپروتئین‌هایی مانند کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز مطرح است می‌تواند در نابودی رادیکال‌های آزاد اکسیژن در گیاه نقش داشته باشد. همچنین آزمایش بر روی ارقام فلفل نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش در مقدار محتوای نسبی آب برگ‌ها و افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت از جمله کاتالاز شده است که این تغییرات تحت شرایط تنش شدید مشهود بود (عبادی و همکاران، ۲۰۰۰).



شکل ۴-۷- مقایسه میانگین اثر آبیاری (A) و محلول پاشی برگي ملاس چغندر بر میزان فعالیت کاتالاز در نخود (B).

۴-۸- اجزای عملکرد دانه

۴-۸-۱- تعداد غلاف در بوته

به طوریکه در جدول ۴-۸ دیده می شود، به غیر از یک برهمکنش دوگانه و یک برهمکنش سه گانه، اثر کلیه منابع تغییر مندرج در جدول تجزیه واریانس بر تعداد غلاف در بوته معنی دار شد.

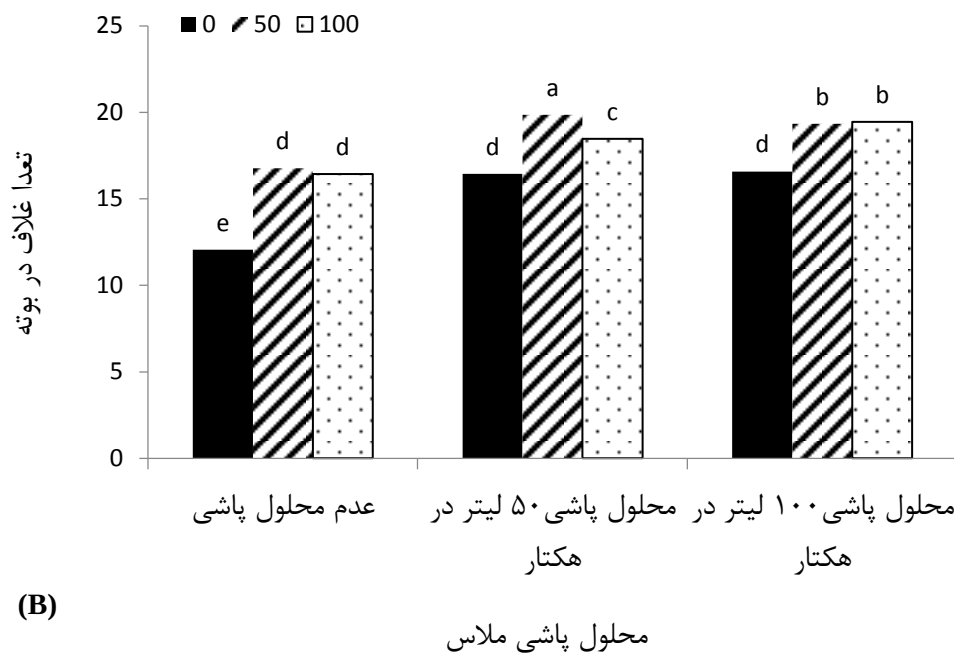
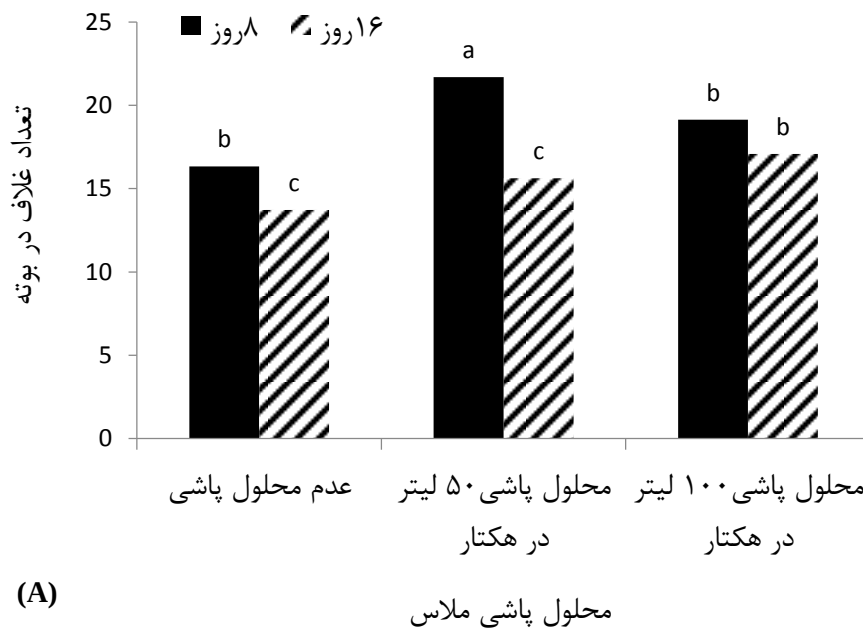
جدول ۴-۸- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر تعداد غلاف در بوته نخود

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته
تکرار	۲	۰/۲۶ ^{ns}
آبیاری	۱	۱۷۲/۴ ^{**}
خطا	۲	۴/۷۸
محلول پاشی برگ	۲	۶۸/۹ ^{**}
محلول پاشی برگ × آبیاری	۲	۲۱/۵ [*]
محلول پاشی خاکی	۲	۶۴/۵ ^{**}
محلول پاشی خاکی × آبیاری	۲	۱/۱۵ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ	۴	۲۵/۹۹ [*]
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ × آبیاری	۴	۱/۵۴ ^{ns}
خطا	۲۴	۷/۰
ضریب تغییرات %		۱۵/۳

بر اساس نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل محلول پاشی برگ و آبیاری بر تعداد غلاف در بوته نخود، در تمام سطوح محلول پاشی، با افزایش دور آبیاری از ۸ به ۱۶ روز تعداد غلاف در بوته نخود نیز کاهش پیدا کرد (شکل ۴-۸). در شرایط آبیاری ۸ روز یکبار، تنها محلول پاشی برگ ۵۰ لیتر در هکتار باعث بیشتر شدن کمیت این صفت شد. در شرایط آبیاری ۱۶ روز یکبار، اثر افزایشی بر تعداد غلاف در بوته تنها به ۱۰۰ لیتر در هکتار منحصر گردید. کلیه ترکیبات تیماری محلول پاشی

برگی و خاکی منجر به افزایش تعداد غلاف در بوته به سطحی بالاتر از شاهد گردید (شکل ۴-۸).
بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار محلول پاشی برگی و خاکی ۵۰ لیتر در هکتار بود.

به طور کلی باید بیان کرد کاربرد ملاس چغند قند به دلیل ترکیباتی که دارد (عمدتا ترکیبات هیومیکی) باعث بهبود رشد نخود شده است که این امر باعث افزایش در تعداد غلاف در بوته نخود شده است (شکل ۴-۸). در تحقیق یلدرم (۲۰۰۷) محلول پاشی اسید هیومیک به مقدار صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی لیتر بر روی گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) مشخص شد که اسید هیومیک باعث افزایش افزایش عملکرد میوه و تعداد میوه گوجه فرنگی شد. بیشترین میزان افزایش عملکرد میوه و تعداد میوه مربوط به مصرف ۲۰ میلی لیتر اسید هیومیک بود. در تحقیقی دیگر استفاده از اسید هیومیک سبب افزایش تعداد گل در گل گلابول شده است (پین و همکاران، ۲۰۱۱). در پژوهشی که بر روی گل همیشه بهار انجام شد مشخص گردید که استفاده از اسید هیومیک به همراه فسفر در این گیاه، سبب افزایش عملکرد گل خشک، تعداد گل، درصد اسانس، عملکرد بذر و روغن بذر شد (فرجامی و نبوی، ۲۰۱۴).



شکل ۴-۸- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگه (A) و اثر متقابل محلول پاشی برگه و خاکی بر تعداد غلاف در بوته نخود (B).

۴-۸-۲- تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از میان منابع تغییر مختلف، تنها اثرات ساده آبیاری و محلول

پاشی برگی بر تعداد دانه در غلاف اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۴-۹).

جدول ۴-۹- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول‌پاشی برگی و خاکی ملاس
چغندر قند بر تعداد دانه در غلاف نخود

تعداد دانه	درجه آزادی	منابع تغییر
۰/۰۰۷ ^{ns}	۲	تکرار
۰/۲۹۶*	۱	آبیاری
۰/۰۵۲	۲	خطا
۰/۲۰۹*	۲	محلول‌پاشی برگی
۰/۱۵۱ ^{ns}	۲	محلول‌پاشی برگی × آبیاری
۰/۰۸۷ ^{ns}	۲	محلول‌پاشی خاکی
۰/۰۱۶ ^{ns}	۲	محلول‌پاشی خاکی × آبیاری
۰/۰۱۷	۴	محلول‌پاشی خاکی × محلول‌پاشی برگی
۰/۰۰۸ ^{ns}	۴	محلول‌پاشی خاکی × محلول‌پاشی برگی × آبیاری
۰/۰۷۱	۲۴	خطا
۱۷/۷		ضریب تغییرات %

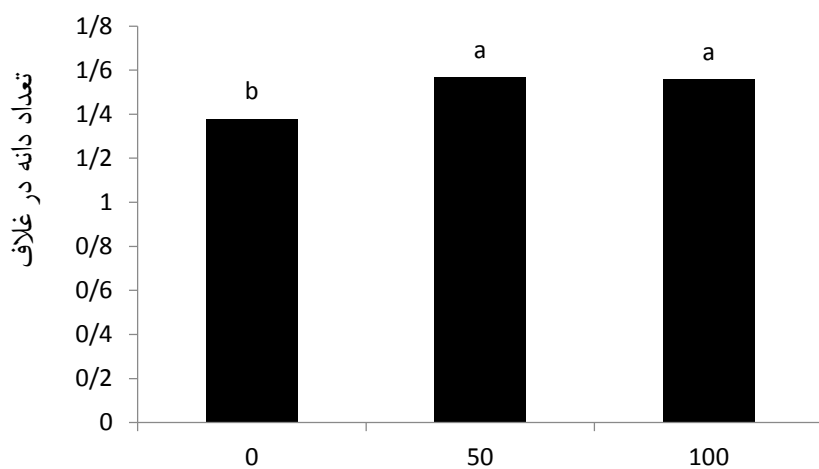
بر اساس نتایج ارائه شده در شکل ۴-۹، با محلول‌پاشی برگی تعداد دانه در غلاف نخود افزایش

پیدا کرد و در ۵۰ و ۱۰۰ لیتر در هکتار محلول‌پاشی، کمیت این صفت به ترتیب برابر با ۱/۵۷ و

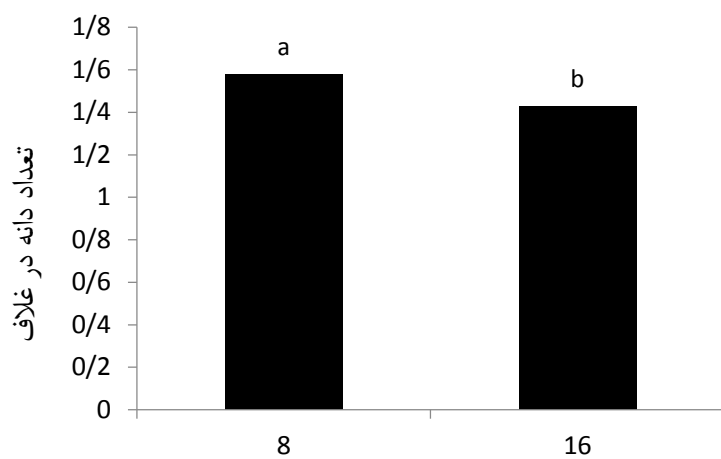
۱/۵۶ عدد بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در شرایط عدم محلول‌پاشی نیز تعداد دانه

در غلاف برابر ۱/۳۸ عدد بود. با افزایش دور آبیاری تعداد دانه در غلاف نیز کاهش پیدا کرد به طوری

که در دور آبیاری ۸ و ۱۶ روز به ترتیب تعداد دانه در غلاف برابر ۱/۵۸ و ۱/۴۳ عدد در غلاف بود.



(A) محلول پاشی برگ‌گی ملاس چغندر (لیتر در هکتار)



(B) دور آبیاری (روز)

شکل ۴-۹- مقایسه میانگین اثر محلول پاشی برگ‌گی ملاس چغندر (A) و دور آبیاری بر تعداد دانه در غلاف نخود (B).

۴-۸-۳- وزن صد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند و اثرات

متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ بر وزن صد دانه نخود معنی دار بود (جدول ۴-۱۰).

جدول ۴-۱۰- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر وزن صد دانه نخود

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن صد دانه
تکرار	۲	۸/۹۹ ^{ns}
آبیاری	۱	۳۲۳/۶۴ ^{**}
خطا	۲	۰/۲۵
محلول پاشی برگ	۲	۱۲۲/۷ ^{**}
محلول پاشی برگ × آبیاری	۲	۴۱/۶۱ [*]
محلول پاشی خاکی	۲	۱۱۴/۷ ^{**}
محلول پاشی خاکی × آبیاری	۲	۲/۰ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ	۴	۶/۵۹
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ × آبیاری	۴	۳/۵۸ ^{ns}
خطا	۲۴	۱۴/۹۱
ضریب تغییرات %		۱۶/۲

نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ (شکل ۴-۱۰) نشان داد

که در همه سطوح محلول پاشی، وزن صد دانه در شرایط آبیاری ۱۶ روز یکبار بیشتر از آبیاری ۸ روز

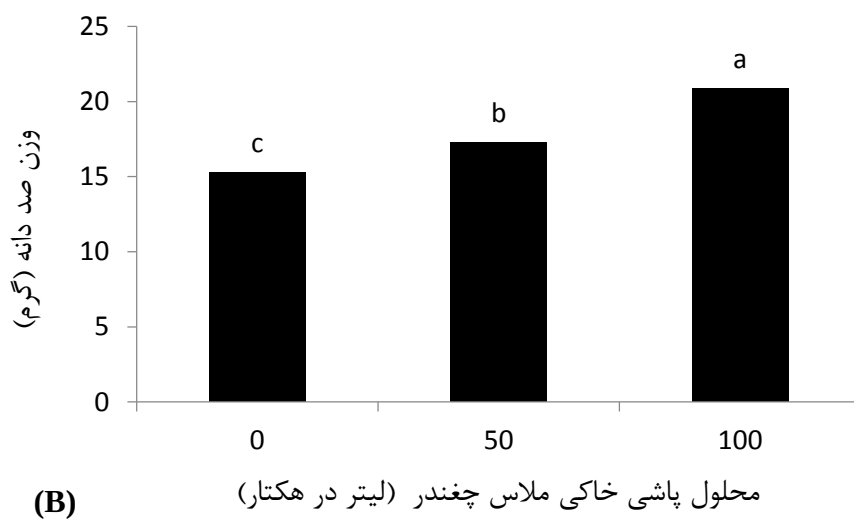
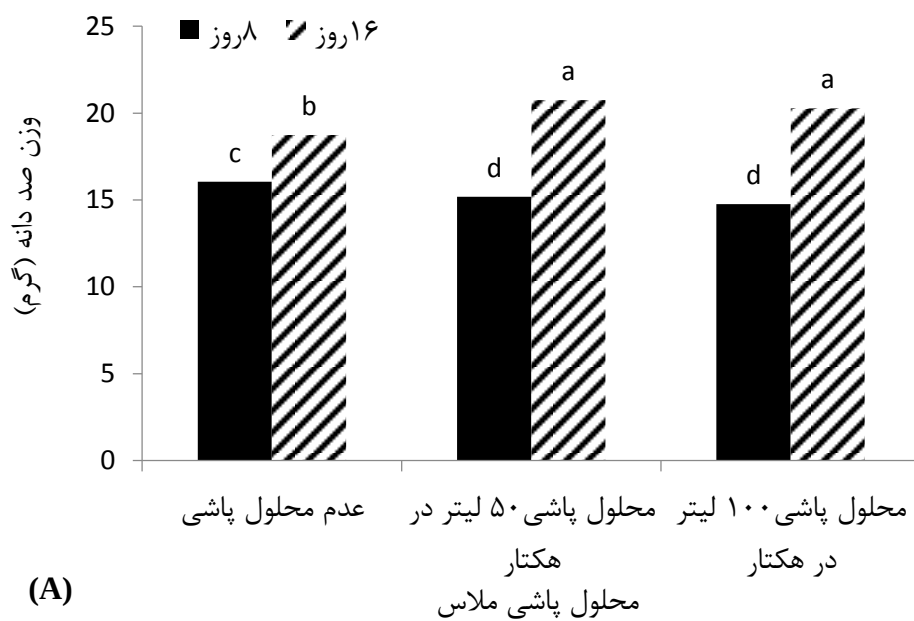
یکبار بود. در دور آبیاری ۱۶ روز، محلول پاشی باعث افزایش کمیت این صفت شد. در دور آبیاری ۸

روز، عکس این حالت بدست آمد. متناسب با افزایش مقدار محلول پاشی خاکی ملاس چغندر قند، وزن

صد دانه به طور خطی افزایش نشان داد (شکل ۴-۱۰). محققان بیان کردند در شرایط خشکی محلول

پاشی گندم با اسید هیومیک و تغذیه با نیتروژن باعث پر شدن دانه‌ها و افزایش وزن صد دانه می‌شود

(یانگ و شو، ۲۰۰۰)



شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی (A) و اثر ساده محلول پاشی خاکی ملاس چغندر (B) بر وزن صد دانه نخود.

۴-۹- عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

۴-۹-۱- عملکرد بیولوژیک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات ساده آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی بر عملکرد بیولوژیک و همچنین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ، و برهمکنش محلول پاشی برگ و خاکی معنی دار بود (جدول ۴-۱۱).

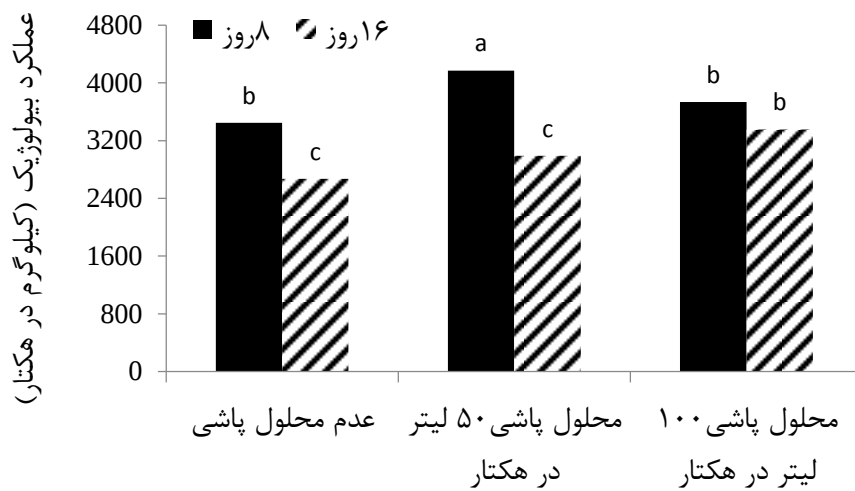
جدول ۴-۱۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر عملکرد بیولوژیک نخود

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۱۲۰۸۲ ^{ns}
آبیاری	۱	۸۱۸۶۴۳۴ ^{**}
خطا	۲	۹۰۸۵۵
محلول پاشی برگ	۲	۱۵۲۶۱۷۱ ^{**}
محلول پاشی برگ × آبیاری	۲	۷۲۴۴۰۵ [*]
محلول پاشی خاکی	۲	۲۶۴۸۱۴۵ ^{**}
محلول پاشی خاکی × آبیاری	۲	۲۷۳۳۵۲ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ	۴	۳۴۷۸۶۰ [*]
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ × آبیاری	۴	۱۵۳۹۷۵ ^{ns}
خطا	۲۴	۱۴۷۴۸۶
ضریب تغییرات %		۱۱,۳

در شکل ۴-۱۱ نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی برگ ملاس چغندر قند بر عملکرد بیولوژیک نخود آورده شده است. افزایش دور آبیاری باعث کاهش عملکرد بیولوژیک در تمام سطوح محلول پاشی شد (شکل ۴-۱۱). در دور آبیاری ۸ روز، تنها محلول پاشی برگ به میزان ۵۰

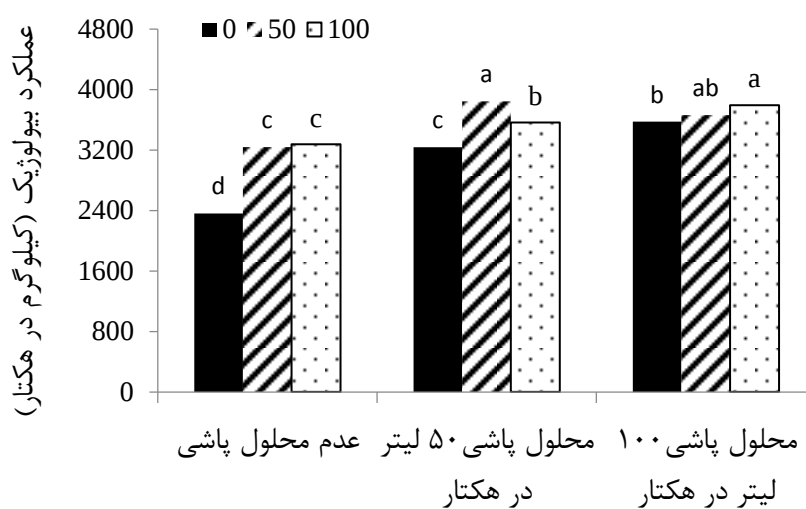
لیتر در هکتار باعث افزایش کمیت این صفت شد. این در حالی است که در دور آبیاری ۱۶ روز، فقط محلول پاشی برگ‌گی به میزان ۱۰۰ لیتر در هکتار باعث بیشتر شدن کمیت این صفت گردید. کاربرد همزمان ملاس چغندر قند به صورت پاشش روی برگ و خاک منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک به سطحی بالاتر از شاهد گردید (شکل ۴-۱۱).

حق پرست و همکاران (۲۰۱۰) بیان کرده‌اند که کاربرد ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک و اسید فولیک باعث افزایش طول ساقه و ریشه گیاهچه فلفل شد، همچنین در گیاه گندم کاربرد ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک باعث اثر معنی دار بر روی وزن خشک و تر اندام هوایی، ارتفاع ساقه و سطح برگ در گیاه گندم شد (سبزواری و همکاران، ۲۰۰۹). در پژوهشی دیگر مشخص شد که مصرف هیومیک اسید سبب افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه در گیاه فلفل شد (گالسر و همکاران، ۲۰۱۰). اثر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک در بررسی مشایخی و همکاران (۱۳۹۸) بر تمام صفات مورد بررسی از جمله قطر کاپیکوتیل، وزن خشک کل، ارتفاع بوته، وزن خشک برگ و عملکرد بیولوژیک معنی دار بود، اما اثر متقابل آنها فقط بر قطر کاپیکوتیل، وزن خشک برگ و عملکرد بیولوژیک بابونه موثر بود. در تحقیقی دیگر چمنی و همکاران (۱۳۹۴) اثر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک را در افزایش رشد گیاه دارویی پروانش (*Catharanthus roseus* L.) مثبت و معنی دار گزارش کردند که باعث افزایش معنی دار وزن خشک بخش هوایی گیاه شد.



(A)

محلول پاشی ملاس



(B)

محلول پاشی ملاس

شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی (A) و اثر متقابل محلول پاشی برگی و خاکی ملاس چغندر قند بر عملکرد بیولوژیک نخود (B).

۴-۹-۲- عملکرد دانه

اثرات ساده آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی بر عملکرد دانه معنی دار شد (جدول ۴-۱۲). این صفت تحت تأثیر برهمکنش آبیاری و محلول پاشی برگ، و محلول پاشی برگ و خاکی نیز قرار گرفت.

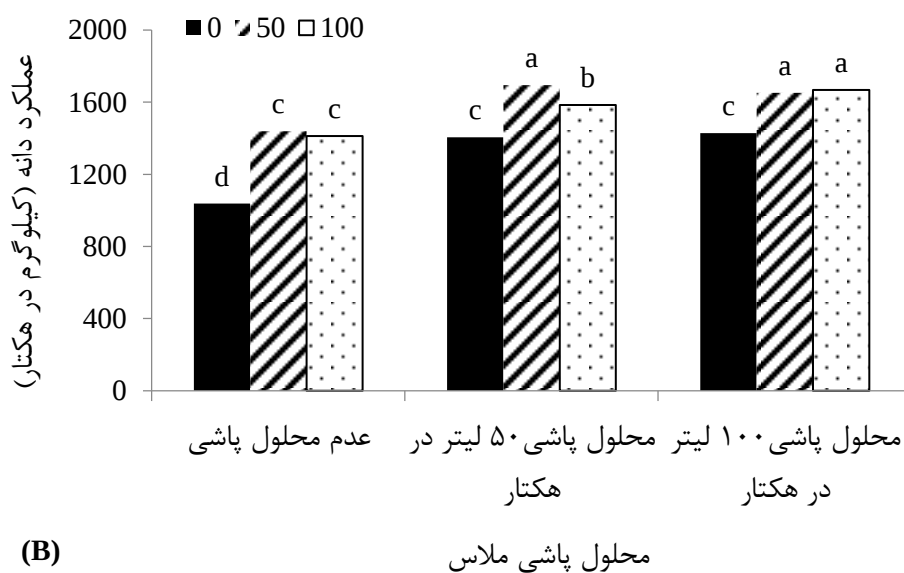
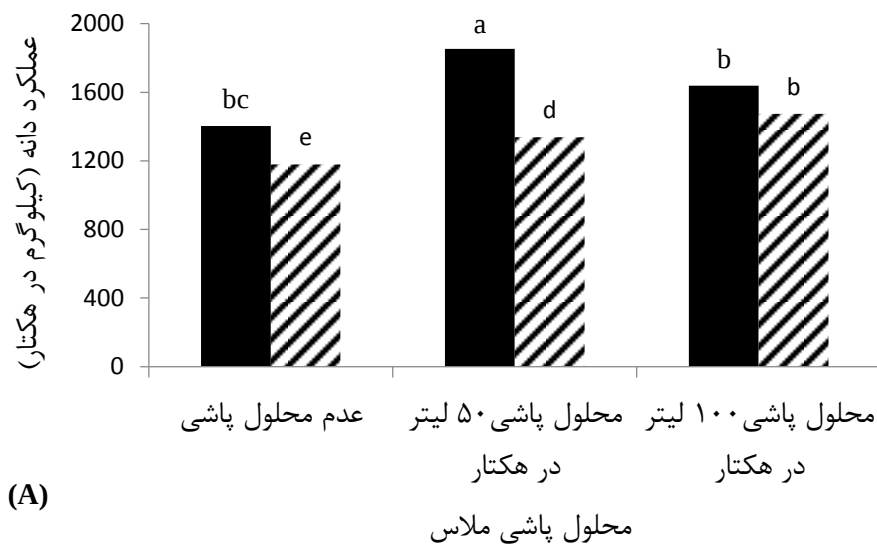
جدول ۴-۱۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر عملکرد دانه نخود

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه
تکرار	۲	۲۸۷۲۳ ^{ns}
آبیاری	۱	۱۲۲۵۰۴۰ ^{**}
خطا	۲	۳۰۰۴
محلول پاشی برگ	۲	۴۹۲۱۲۲ ^{**}
محلول پاشی برگ × آبیاری	۲	۱۵۷۹۸۵ [*]
محلول پاشی خاکی	۲	۴۶۰۱۵۲ ^{**}
محلول پاشی خاکی × آبیاری	۲	۷۹۱۳ ^{ns}
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ	۴	۱۲۳۸۹ [*]
محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ × آبیاری	۴	۱۲۵۰۹ ^{ns}
خطا	۲۴	۳۷۶۴۰
ضریب تغییرات %		۱۳/۱

عملکرد دانه مهم‌ترین ویژگی در گیاهان زراعی دانه‌ای می‌باشد که تمام مدیریت‌های انجام شده در مزرعه برای به حداکثر رسیدن آن انجام می‌شود، از این رو هر عاملی باعث افزایش یا کاهش در این ویژگی شود بسیار مهم می‌باشد. نتایج این آزمایش نشان داد افزایش دور آبیاری از ۸ به ۱۶ باعث کاهش در عملکرد دانه نخود می‌شود (شکل ۴-۱۲). در دور آبیاری ۸ روز، تنها محلول پاشی برگ به میزان ۵۰ لیتر در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه گردید. این در حالی است که در دور آبیاری ۱۶

روز، به موازات افزایش مقدار محلول پاشی از صفر به ۱۰۰ لیتر در هکتار، کمیت این صفت به طور خطی رو به فزونی نهاد. کاربرد همزمان ملاس چغندر قند به صورت پاشش روی برگ و خاک منجر به افزایش عملکرد دانه به سطحی بالاتر از شرایط عدم استفاده از آنها (شاهد) گردید (شکل ۴-۱۲). با این حال قابل توصیه‌ترین ترکیب عبارتست از کاربرد همزمان برگی و خاکی ملاس چغندر قند به میزان ۵۰ لیتر در هکتار.

بر اساس نتایج این آزمایش باید بیان کرد ملاس چغندر قند به دلیل ویژگی‌هایی که دارد (داشتن ترکیبات هیومیکی همچون اسید هیومیک و اسید فولویک) ابتدا باعث افزایش در خصوصیات هیومیک محتوای نسبی آب، عدد کلروفیل متر، ارتفاع بوته شده و نهایتاً بهبود کمی عملکرد دانه نخود را به دنبال دارد. خان و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که مصرف اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌دار صفاتی همچون وزن خشک کل، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه و ارتفاع بوته نخود نسبت به شاهد شد. در آزمایشی دیگر کاربرد اسید هیومیک به همراه کود اوره عملکرد سیب زمینی شیرین را ۲۹/۶ درصد نسبت به کاربرد کود اوره افزایش داد (چن و همکاران، ۲۰۱۷). محققان همچنین بیان کرده اند یکی از عوامل اصلی کاهش در عملکرد دانه گیاهان زراعی بروز تنش‌های محیطی مخصوصاً خشکی می‌باشد. تنش به‌خصوص در مرحله زایشی، منجر به کاهش ظرفیت مخزن در گیاه شده و در نتیجه افت شدید عملکرد دانه را سبب می‌گردد (اردکانی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی (A) و اثر متقابل محلول پاشی و کاربرد خاکی ملاس چغندر قند بر عملکرد دانه نخود (B).

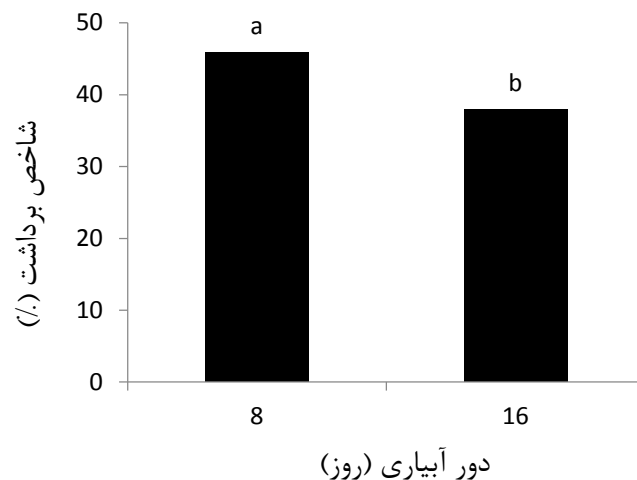
۴-۹-۳- شاخص برداشت

در بین منابع تغییر، تنها اثر آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار بدست آمد (جدول ۴-۱۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، با افزایش دور آبیاری شاخص برداشت نخود کاهش پیدا کرد (شکل ۴-۹).

۱۳). در واقع باید اینگونه بیان کرد که با بروز تنش خشکی (این استدلال مبتنی است بر کاهش عملکرد دانه در دور آبیاری ۱۶ روز نسبت به ۸ روز می باشد) برای نخود، میزان عملکرد دانه نخود بیشتر از عملکرد بیولوژیک کاهش پیدا کرده است.

جدول ۴-۱۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، محلول پاشی برگ و خاکی ملاس چغندر قند بر شاخص برداشت نخود

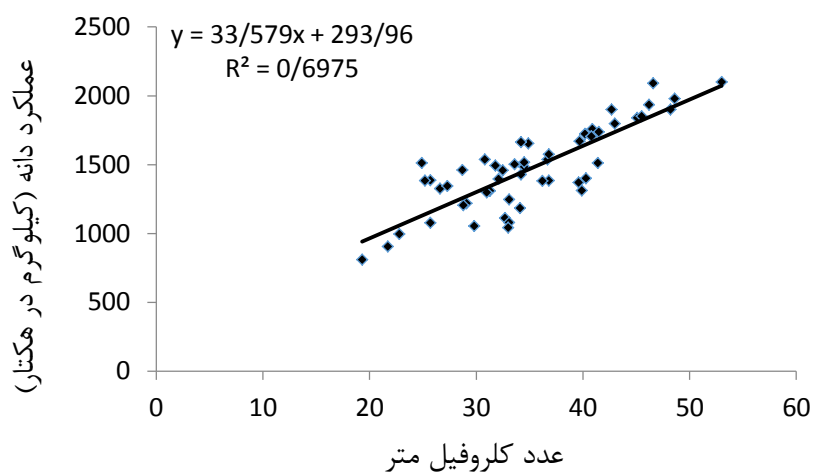
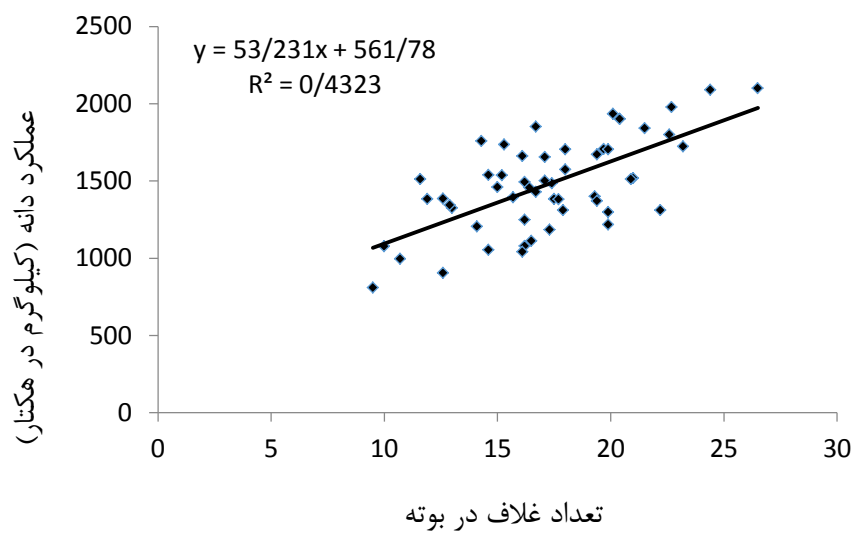
شاخص برداشت	درجه آزادی	منابع تغییر
۰/۰۰۲ ^{ns}	۲	تکرار
۰/۰۰۹ [*]	۱	آبیاری
۰/۰۰۲	۲	خطا
۰/۰۰۱ ^{ns}	۲	محلول پاشی برگ
۰/۰۰۱ ^{ns}	۲	محلول پاشی برگ × آبیاری
۰/۰۰۵ ^{ns}	۲	محلول پاشی خاکی
۰/۰۰۴ ^{ns}	۲	محلول پاشی خاکی × آبیاری
۰/۰۰۱ ^{ns}	۴	محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ
۰/۰۰۷ ^{ns}	۴	محلول پاشی خاکی × محلول پاشی برگ × آبیاری
۰/۰۰۶	۲۴	خطا
۱۸/۳		ضریب تغییرات %

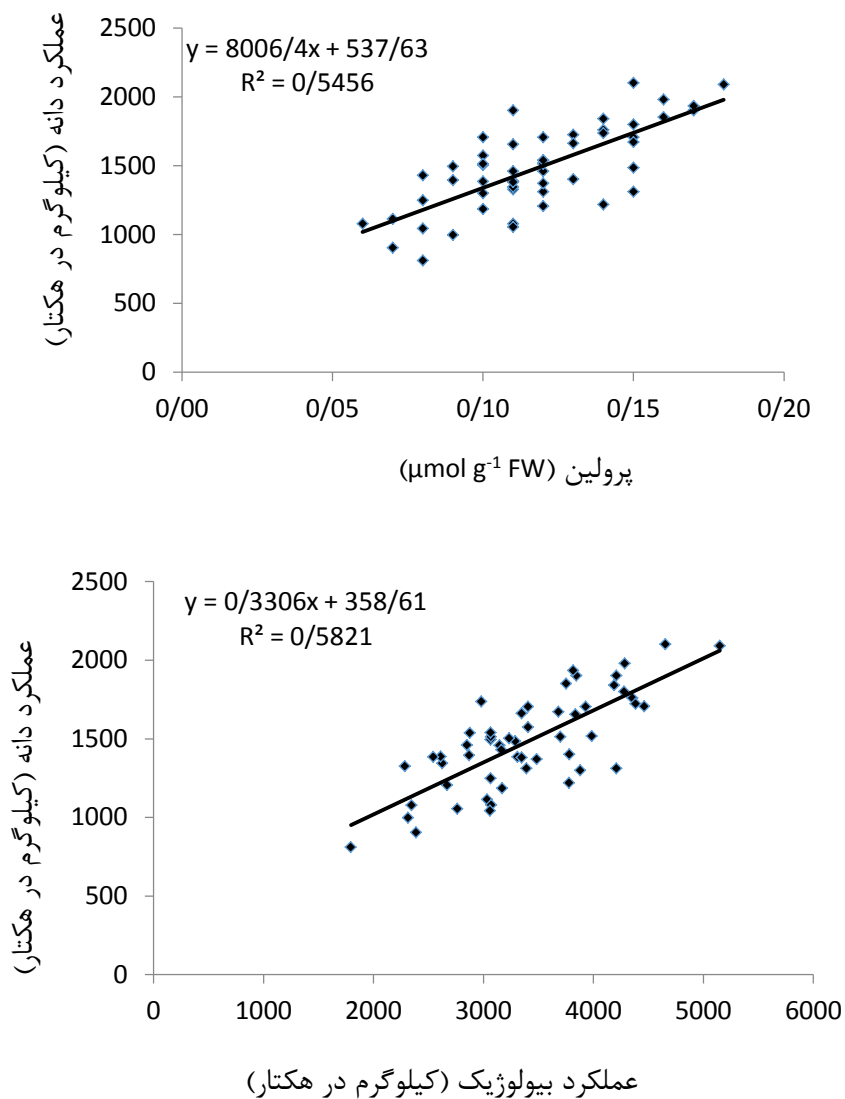


شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین دور آبیاری بر شاخص برداشت نخود

۴-۱۰- رابطه صفات اندازه گیری شده با عملکرد دانه

در شکل ۴-۱۴ رابطه بین عملکرد دانه با برخی از صفات اندازه گیری شده نشان داده شده است. رابطه عملکرد دانه با صفاتی همچون پرولین، عدد کلروفیل متر، تعداد غلاف در بوته و عملکرد بیولوژیک رابطه‌ای خطی و مثبت بود. با افزایش عدد کلروفیل متر به اندازه یک واحد، عملکرد دانه نیز به اندازه $33/6$ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد. در رابطه با پرولین نتایج بدین صورت بود که با افزایش یک صدم واحدی مقدار پرولین عملکرد دانه به مقدار 80 کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد. بالاترین ضریب تبیین، مربوط به ارتباط عملکرد دانه با عدد کلروفیل متر (اسپد) بود که بر $0/69$ بالغ گردید. به ازای افزایش یک غلاف در بوته نخود، عملکرد دانه به میزان 53 کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا می‌کند. همچنین افزایش یک کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک باعث افزایش $0/33$ کیلوگرمی عملکرد دانه در هکتار می‌شود.





شکل ۴-۱۴- رابطه بین عملکرد دانه و صفات اندازه گیری شده در گیاه نخود

۴-۱۱- نتیجه گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که کلیه صفات تحت تأثیر تعدادی از منابع تغییر مندرج در جدول تجزیه واریانس قرار گرفتند. عملکرد دانه در دور آبیاری ۱۶ روز حدود ۱۹٪ کمتر از دور آبیاری ۸ روز بود. بر همین اساس، نخود با تنش خشکی خفیفی مواجه شده است. به موازات افزایش مقدار ملاس

استفاده شده در خاک، عدد اسپد، محتوای نسبی آب، پرولین، قندهای محلول برگ، وزن صد دانه بزرگتری نیز حاصل گردید. در شرایط دور آبیاری ۱۶ روز، محلول پاشی برگ می تواند محتوای نسبی آب را به سطحی بالاتر از شاهد ارتقاء دهد. در هر دو شرایط دور آبیاری ۸ و ۱۶ روز، محلول پاشی برگ منجر به افزایش محتوای پرولین به سطحی بالاتر از شاهد شد. شایان ذکر است که در شرایط دور آبیاری ۱۶ روز، این تأثیر مثبت محلول پاشی به میزان ۵۰ لیتر در هکتار بیشتر از ۱۰۰ لیتر در هکتار بود. در شرایط دور آبیاری ۸ روز، عکس این حالت وجود داشت.

در هر دو شرایط دور آبیاری ۸ و ۱۶ روز، محلول پاشی برگ باعث شد که غلظت قندهای محلول در برگ به سطحی بالاتر از شاهد ارتقاء یابد. محلول پاشی برگ و دور آبیاری ۱۶ روز باعث افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز شد. در شرایط آبیاری ۸ روز یکبار، تنها محلول پاشی برگ ۵۰ لیتر در هکتار باعث بیشتر شدن کمیت تعداد غلاف در بوته شد. در شرایط آبیاری ۱۶ روز یکبار، اثر افزایش بر این صفت تنها به ۱۰۰ لیتر در هکتار منحصر گردید.

در دور آبیاری ۸ روز، تنها محلول پاشی برگ به میزان ۵۰ لیتر در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه گردید. این در حالی است که در دور آبیاری ۱۶ روز، به موازات افزایش مقدار محلول پاشی از صفر به ۱۰۰ لیتر در هکتار، کمیت این صفت به طور خطی رو به فزونی نهاد. کاربرد همزمان ملاس چغندر قند به صورت پاشش روی برگ و خاک منجر به افزایش عملکرد دانه به سطحی بالاتر از شرایط عدم استفاده از آنها (شاهد) گردید. بهترین مقدار ملاس چغندر قند پاشش همزمان برگ و خاکی به صورت ۵۰ لیتر در هکتار می باشد.

۴-۱۲- پیشنهادات

- بررسی استفاده از سایر ترکیبات برای افزایش عملکرد و اجزای عملکرد نخود.
- بررسی استفاده از ملاس چغندر قند در سایر تنش های محیطی و اثر آن بر عملکرد نخود.

منابع

اردکانی، م.، عباس زاده، ب.، عصاره، م.، پاک نژاد، ف.، کاشانی، ع.، لایق، م.، ۱۳۹۱. بررسی صفات مورفولوژیک، درصد اسانس و برخی از عناصر معدنی موجود در گیاه چند منظوره کافور (*Camphorosma monspiliaca* L). ۲۸(۲): ۲۶۷-۲۷۹.

آقاشاهی، ع.، کرد نژاد، ا.، فضایی، ح. ۱۳۹۳. اثر افزودن سطوح مختلف اوره و ملاس بر خصوصیات سیلویی مخلوط برگ و طوقه چغندر قند و باگاس نیشکر. نشریه علوم دامی. ۱۱۴: ۱۹۵-۲۰۶.

پارسا، م.، باقری، ع. ۱۳۹۳. حبوبات. جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۱۵ ص.

ترکاشوند، ع.، ریموندی، ا. ۱۳۸۷. اثرات ملاس نیشکر بر خصوصیات شیمیایی خاک های آهکی زراعت و باغبانی. ۸۱: ۴۱-۲۳.

توبه، ا.، صادق زاده، س.، چهره، م. ۱۳۹۴. زراعت نخود. انتشارات سبز. ۱۹۵ ص.

حسینی، ع.، امیدبیگی، ر. ۱۳۸۱. اثرات تنش آبی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه ریحان. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۲، شماره ۳، صفحه ۴۷-۵۹.

خوفی، م. ۱۳۹۳. بازار حبوبات ایران. انتشارات بازرگانی. ۱۲۲ ص.

زهتاب سلماسی، س.، جوانشیر، ع.، امید بیگی، ر.، آلیاری، ه.، قاسمی گلعدانی، ک.، افشار، ج. ۱۳۸۲. اثر تاریخ کاشت و حذف آبیاری بر روی میزان اسانس و آنتول در گیاه دارویی آنیسون (*Pimpinella anisum* L.). مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۳، شماره ۲، صفحه ۴۷-۵۶.

سام دلیری، م.، شریفی، ر.، اسماعیل پور، ب. ۱۳۹۸. زراعت حبوبات. انتشارات دانشگاه آزاد. ۲۳۱ ص.

- شایان، س. ۱۳۹۴. حبوبات. انتشارات مدرسه. ۵۹ ص.
- عبادوز، غ.، یوسفی، ب.، لک، ش.، دادانیا، م. ۱۳۹۷. زراعت و اصلاح حبوبات. انتشارات تاک. ۲۸۴ ص.
- قادری، ر.، صادقی، ا.، قاسمی، م. ۱۳۹۴. آفات، بیماری ها و علف های هرز حبوبات. انتشارات جهاد کشاورزی. ۱۸۴ ص.
- کاظمی اربط، ح. ۱۳۷۸. زراعت خصوصی، جلد اول: غلات . مرکز نشر دانشگاهی تهران. ۳۳۵ صفحه.
- کوچکی، ع.، حسینی، م.، نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۴. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۳۲۵ صفحه.
- کافی، م.، لاهوتی، م.، زند، ا.، ظریفی، ح.، گلدانی، م. ۱۳۹۲. فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). جلد دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۴۹ ص.
- گالشی، س. ۱۳۹۴. اثر تنش های محیطی بر گیاهان (خشکی - شوری - گرمایی - غرقابی) (جلد ۱). دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۳۸۸ ص.
- مجنون حسینی، ن. ۱۳۹۴. حبوبات در ایران. جهاد دانشگاهی تهران. ۲۴۰ ص.
- مشایخی، ش.، ابدالی مشهدی، ع.، بخشنده، ع.، لطفی جلال آبادی، ا.، سید نژاد، س. ۱۳۹۸. ارتباط محلول پاشی اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و دفعات برداشت با عملکرد و کیفیت بابونه آلمانی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۹(۱): ۷۱-۸۵.
- میر بلوک، آ.، لکزیان، ا.، حق نیا، غ. ۱۳۸۷. تاثیر هوادهی، خاک و ملاس چغندر قند بر رشد و نمو کرم خاکی در بستر کود گاوی. آب و خاک. ۲۲(۲): ۳۵-۴۸.

یوسفی، ب.، برزکار، م.، بسحاق، ب.، بهرامی، س.، طهماسبی، ع.، ۱۳۹۷. زراعت و اصلاح حبوبات دیم.

۱۵۴ ص.

Abaspour, M. Rezaee, H. (2014) Receptors in regulation of plant growth. Ordibehesht Publications, pp, 95-104.

Ahmadi, M.A., Manuchehri, K.Kh., and Torkzadeh, M. 2005. Effect of type of Brasinoestroid on accumulation of Malon Aldeid, Proline, sugar and photosynthetic pigments in Rapeseed in situation of water stress. J. Biol. of Iran 18: 295-306.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2017. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany. 59: 206-216.

Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2017. Role of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environ. Exp. Bot., 59: 206-216.

Aslam, M., Zamir, M.Sh.I., Afzal, I., and mYaseen, M. 2013. Morphological and mphysiological response of maize hybrids mto potassium application under drought mstress. Journal of Agricultural Research m51: 4. 443-454.

Astaraei, A. R., Ivani R. 2008. Effect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition of cowpea plant. American-Eurasian J. Agri. Environ. Sci. 3, 352-356.

- Azizi KH. 2017. Biofertilizers and Drought Stress Effects on Yield and Yield Components of Fennel ((*Foeniculum vulgare* Mill). Journal of Medicinal Plants and By-products, 1: 17-25.
- Baladi, R., Bijanzadeh, E., & Naderi, R. (2015). Evaluation of water deficit and phosphorus application methods on phosphorus use efficiency and yield of two rapeseed cultivars. *Crop Ecophysiology*, 26, 114-121.
- Bandian, L., Saeb, H., and Abedy, B. 2016. Effect of bentonite on growth indices and physiological traits of spinach (*Spinacia oleracea* L.) under drought stress. 2: 4. 1-6.
- Behra RK, Mishra PC, Choudhury NK. 2002. High irradiance and water stress induce alterations in pigment composition and chloroplast activities of primary wheat leaves. *Journal Plant Physiology* 159: 967-973.
- Bockhold, D. L., Thompson, A. L., Sudduth, K. A., Henggeler, J. C., Colaizzi, P. D., & Barnes, E. M. (2011). Irrigation scheduling based on crop canopy temperature for humid environments. *American Society of Agriculture Biology and Engineering*, 54, 2021-2028.
- Cacco G., Attina E., Gelsomino A., and Sidari M. 2000. Effect of nitrate and humic substances of different molecular size on kinetic parameters of nitrate uptake in wheat seedlings. *Journal. Plant Nutrition. Soil Science*, 163: 313-320.

- Chamani A., Esmailpoor B., Poor birami Hir Y., Maleki lajayer H., and saadati A. 2012. Effects of humic acid on the vase life of flowers *Lstrvmya thidiazouron* and Knyambh figure. Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology), 26 (2): 147- 152.
- Chamani E, Bonyadi M and Ghanbari A, 2016. Effects of salicylic acid and humic acid on vegetative indices of periwinkle (*Catharanthus roseus* L.). Journal of Horticulture Science, 29(4): 631-641.
- Chandraju, S., Basavaraju, H.C., Chidankumar, C.S. 2008. Investigation of impact of Irrigation of distillery on the nutrients of cabbage and mint leaf. Indian Sugar, 39:15-28.
- Chaundera, S., Samphumphuang, T., Kirdmanee, C. 2008. Glycine Betaine alleviates water deficit stress in indicia rice using proline accumulation, photosynthetic efficiencies, growth performances and yield attributes. Aus J Crop Sci 7(2):213–218
- Chen, X., Kou, M., Tang, Z., Zhang, A and Li, H. 2017. The use of humic acid urea fertilizer for increasing yield and utilization of nitrogen in sweet potato. Plant, Soil and Environment. 63(5): 201–206.
- Chen, Y., Aviad, T. 1990. Effect of Humic Substances on Plant Growth. In: Humic Substances In: Soil and Crop Sciences: Selected Reading, MacCarthy, P., Clapp, C.E., Malcolm, R.L., Bloom, P.R. (Eds). Soil Science Society America, Madison, WI., pp: 161-187.

- Clap, C. E. 2001. An organic matter trial: polysaccharides to waste management to nitrogen. / carbon to humic substances.royal society of chemistry, Cambridge, uk. Pp. 3- 17.
- Costa, M., Civell, P.M., Chaves, A.R., and Martinez, G.A. 2015. Effects of ethephon and 6- benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20°C. Postharvest Biology and Technology. 35: 191-199.
- Davoodi fard, M., Habibi, D., and Davoodi, fard F. 2012. Effects of salt stress on cell membrane stability, chlorophyll, and yield components in wheat inoculated with PGPR and humic acid. Agronomy Journal, 8(2): 71-86.
- Dudley, J.B., Pertuit, A.J., and Toler, J. E. 2004. Leonardite influences zinnia and marigold growth. Hort Science, 39: 251-255.
- Ebadi, A., Heydarie Sharifabad, H., Hashemie dezfulli, A., and Tahmasebi, Z. 2000. Effect of water deficit on accumulation of accord metabolites in different varieties of alfalfa. J. Rea & Bui 48: 64- 67.
- Eghball, B., Ginting, D., and Gilley, J.E. 2018. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. Agronomy Journal 96: 442-7.
- El-Sayed, H. 1992. Proline metabolism during water stress in sweet pepper (*Capsicum annum* L.) plant Phyton. Horn. 32: 255-261.

- El-Tayeb, M. A. 2015. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 45: 215-225.
- FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations), 2018. FAOSTAT. Available at <http://faostat3.fao.org/home/index.html>.
- Farjami, A.A., and Nabavi kalat, S.M. 2014. Effect of Humic Acid and Phosphorus on the Quantity and Quality of Marigold (*Calendula officinalis* L.) Yield. *Journal of Crop Ecophysiology*, 7(4): 443-452.
- Ferghani, A., and Javanmard, A. 2005. The effect of different additives on the amount of humic and fulvic acids in different soils. Ninth Congress of Soil Science. Karaj.
- Fernandes-Escobar R., Benlloch M., Barranco D., Duenas A., and Guterrez Ganan J.A. 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. *Scientia Horticulture*, 66: 191-200
- Fujiu, C., Dao, Y., and Quing Sheng, W. 1995. Physiological effects of humic acid on drought resistance of wheat(in Chinese). *Yingyong Shengtai Xuebao* 6: 363-367.
- Gad El-Hak, S.H., A.M. Ahmed, Y.M.M. Moustafa1. 2012. Effect of Foliar Application with Two Antioxidants and Humic Acid on Growth, Yield and Yield Components of Peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 4 (3): 318-328.

- Garg, N., and Singla, R. 2009. Variability in the response of chickpea cultivars to short-term salinity, in terms of water retention capacity, membrane permeability and osmo-protection. *Turk J. Agric.* 33: 1-7.
- Ghai, N. Setia, R. C., Setia, N. 2017. Effect of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brescia napus* L. (cv. GSL-1) *Phytomorphol*, 52: 83-87.
- Ghalandari, S., Kafi, M., Goldanii, M., and Bagheri, A. 2019. The effect of drought stress on some of morphological and physiological traits of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Iranian Journal of Pulses Research*. m10: 1. 114-125.
- Gham, A. C., Gachengo, C. N., Delve, R. J., Cadisch, G. and Giller, K. E. 2013. Organic inputs for soil fertility management in tropical agro-ecosystems: application of an organic resource database. *Agricultural Ecosystem Environment*. 8: 27–42.
- Ghasemi ghahsareh M and Kafi M. 2010. Scientific and practical floriculture. V.1. 310 p.
- Ghorbani P, Paknezhad F, Ascend Nia Q, Mirzaei M, Babai, B. 2013. Effect of biological fertilizers on seed yield, biological yield and essential oil content of fennel under emphasis on minimum tillage in ecological systems: *Journal of Agriculture and Plant Breeding*, 73-63: 9 (1).

- Ghorbani, S., Khazaeei, H. R., Kafi, M., and Banayan aval, M. 2010. Effects of humic acid on yield and yield components of maize. *Journal of Agroecology* 2 (1): 111-118.
- Ghorbanli M, Niakan M. 2005. Study the effect of drought stress on soluble sugars, protein, proline, phenol compounds and reductase enzyme activity in soybean plants cv. Gorgan 3. *Tarbiat Moallem University Sci Magazin*. 5: 1, 2. 537-550.
- Ghorbanli, M., and Niakan, M. 2005. Effect of drought stress on amount of soluble sugar, protein, Proline, complexes of Phenolic and activity of nitrate reductase enzyme in Gorgan three varieties of rapeseed. *J. Sci. TMU*. 5: 537-551.
- Ghorbanli, M., Noujavan, M., Heydari, R., and Farbodnia, T. 2001. Changes of soluble sugar, starch and proteins on tow Iranian varieties of chickpea in effect of drought stress. *J. Sci. TMU*. 1: 1-53.
- Gulser, F., Sonmez, F., and Boysan, S. 2010. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition. *Journal of Environmental Biology*. 31(5) 873-87.
- Haghparast, R., Zangane, Sh., and Rajabi, R. 2010 . Humic and fulvic acid treatments on germination of wheat seeds under drought stress. *The Sixth National Conference on new ideas in agriculture*. Branch. March 1390. Islamic Azad University.

- Hamudi, J., Heydari, R., Nojavan, M., and Zare. S. 2000. Effect of drought stress on biochemical and biological parameters in Sunflower (Rekurd variety). MSc. Thesis. Uromia University..
- Harper S.M., kerven G.L., Edwards D.G. and ostatek boczynski Z. 2000
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M.H.M.B., Nahar, K., Hossain, M.S., Al Mahmud, J., Hossen, M.S., and Fujita, M. 2018. Potassium: A vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*. 8: 31. 2-29.
- Hazrati, S., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Mokhtassi-Bidgoli, A., Modarres-Sanavy, S.A.M., Mohammadi, H., and Nicola, S. 2017. Effects of zeolite and water stress on growth, yield and chemical compositions of *Aloe vera* L. *Agric. Water Management* 181: 66-72.
- Heydari, A., Bijanzadeh, E., Naderi, R., & Emam, Y. 2015. Effect of late season drought stress and salicylic acid on canopy temperature, yield and yield components of two mrapeseed cultivars. *Crop Physiology Journal*, 27, 37-53.
- Honma, T., Kaneko, A., Ohba, H., Ohyama, T. 2012. Effect of application of molasses to paddy soil on the concentration of cadmium and arsenic in rice grain. *Soil Science and Plant Nutrition*, 58:255-260.
- Hoseeni A., and Kavoosi B. 2014. Effect of vermicompost and humic acid on growth indices of hybrid tomato seedling SUN 6189. The first national congress on biology and natural sciences.

- Iswaran V. and Chonkar P.K. 1971. Action of sodium humate and dry matter accumulation of soybean in saline alkali soil. In B. Novak et al. Humus et Planta:613-615.
- Itelima JU, Bang WJ, Onyimba IA, Sila MD and Egbere OJ. 2018. Bio-fertilizers as key player in enhancing soil fertility and crop productivity: (A Review). Direct Research Journal of Agriculture and Food Science, 6 (3):73-83.
- Jiang , Y., Huang. B. 2002. Protein alterations in tall fescue in responses to drought stress and abscisic acid. Crop Science. 42: 202-207.
- Jing-Min, Z., Shang-Jun, X., Mao-Peng, S., Bingyao, M., Xiu-Mei, C., and Chunsheng, L. 2010. Effect of Humic Acid on Poplar Physiology and Biochemistry Properties and Growth under Different Water Level. J. Soil Water Cons. 6: 1-42.
- Khadem SA, Galavi M, Ramrodi M, Mousavi SR, Rousta MJ, Rezvanimoghadam P. 2010. Effect of animal manure and superabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under dry condition. Australian Journal of crop Science 4 (8):642-647.
- Khan, A., Guramni, A.R., Khan, M.Z., Hussain, F., Akhtar, M.E., and Khan, S. 2012. Effect of humic acid on growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*Pisum sativum* L). J. Chem. Soc. Pakistan. 6: 56-63.

- Khorsand H., and Kavooosi B. 2012. The effect of different levels of nitrogen and humic acid on the vegetative characteristics of the grass meadow fescue (*Festuca rubra*) in cold region of Boyer Ahmad. The third national conference on agricultural science and food industry. Fasa. Islamic Azad University.
- Kocheva, K., and Georgive, G. 2003. Evaluation of the reaction of two contrasting Barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in response to osmotic stress with PEG600. BLUG. J. Plant Physiol. 12: 290-294.
- Kumar, J., Abbo, S. 2001. Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments In: Spaks, D.L. (Ed). Advances in Agronomy, vol. 2. Academic press, New York, p. 122.
- Li G., and Evens M.R. 2000. Humic acid substrate treatments and foliar spray application effects on root growth and development of seedlings. Hort Science, 35: 434.
- Ma, A.I., Colmer, T.D., Lamber, H. 2007. Short-term waterlogging has long- term effect on the growth and physiology of wheat. New Phytologist. 153: 225-235.
- Mackowiak C.L., Grossl P.R., and Bugbee B.G. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Science Society of American Journal, 65: 1744–1750.
- Michael, K. 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidized lignites in agriculture. Soil Sciences, 1-23

- Mohsenzade S, Malboobi MA, Razavi K, Farrahi Aschtiani S. 2006. Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (poaceas) to water deficit. *Environmental and mExperimental Botany* 56:374-322.
- Oweis T, Hachum A, Pala M. 2004. Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management* 68:251–265.
- Patrizia, R., S. Pataleo, C. Gerardi, G. Mita, and C. Perrotta. 2006. Drought stress response in wheat: physiological and molecular analysis of resistant and sensitive genotypes. *Plant, Cell and Envitonment*. 29:2143-2152.
- Pin. O., Fam, L., Aonti, F. 2011. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. *Nutrition Cycling Agroecosystem*. 51:239-248.
- Pujar S.S. 1995. Effect of distillery effluent irrigation on growth, yield and quality of crops. M.Sc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad, India (Unpublished).
- Qi, J., Sun, S., Yang, L., Li, M., Ma, F., and Zou, Y. 2019. Potassium uptake and transport in apple roots under drought stress. *Horticultural Plant Journal*. 5: 1. 10-16.

- Rai .y. Moghsi .N., & Seeyd Sharifi .R. (2007). Effect of irrigation and plant density on grain yield and yield components in chickpea. Iranian Journal of Crop Science, 9, 381-371.
- Ritchie, S. W., and Nguyen, H. T. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30: 105-111.
- Sabouri, F., Siroosmehr, A.R., and Gorgini Shabankareh, H. 2017. Effect of irrigation regimes and humic acid solution on some morphological and physiological characteristics of *Satureja hortensis*. Iran. J. Plant Biol. 9: 34. 13-24.
- Sabzevari S., Khazai H.R., and Kafi M. 2009. The effect of humic acid on root and shoot growth of Sayonez and Sabalan cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Soil and Water (Agricultural Science and Technology), 23(2): 87-94.
- Samavat S., Samavat, S. 2014. The effects of fulvic acid and sugar cane molasses on yield and qualities of tomato. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 8: 266-268.
- Samavat, S., malakuti, M. 2006. Samavat, S., and Malakooti, M. 2006. Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and soil researchers technical issue 463:1-13.

- Sanjari, M., Siroosmehr, A.R., and Fakheri, B.A. 2016. Effect of Drought Stress and Humic Acid on Morphological Traits, Performance and Anthocyanin Levels of Sour Tea (*Hibiscus sabdariffa* L). Agric. Ecol. J. 8: 3. 346-358.
- Serenella, N., Pizzeghello, D., Muscolob, A., and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology & Biochemistry 34: 1527-1536
- Sevtha, J., T. Senaratna and K. Sivasithamparam. 2016. Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilization. Plant Growth Regul. 49: 77-83.
- Silva, T.R.D., Cazetta, J.O., Carlin S.D., and Telles, B.R. 2017. Drought-induced alterations in the uptake of nitrogen, phosphorus and potassium, and the relation with drought tolerance in sugar cane. Ciência e Agrotecnologia. 41: 2: 117-27.
- Singh, B and Usha K. 2015. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant. 39: 137–141.
- Sneha, C., Santhoshkumar, A. V., & Sunil, K. M. (2013). Quantifying water stress using crop water stress index in mahogany (*Swietenia macrophylla* King) seedlings. *Current Science*, 104, 348- 51.

- Subbarao, G.V., Y.S. Chauhan, and C. Johansen. 2000. Patterns of osmotic adjustment in pigeonpea its importance as a mechanism of drought resistance. *European Journal of Agronomy*. 12: 239-249.
- Tatrai, Z.A., Sanoubar, R., Pluhar, Z., Mancarella, S., Orsini, F., and Gianquinto, G. 2016. Morphological and physiological plant responses to drought stress in *Thymus citriodorus*. *International Journal of Agronomy*. 10: 1-8.
- Taylor G and Cooper L. 2004. Humic acid: The root to healthy plant growth. California State Science Fair, 1610.
- Tejada M., and Gonzalez J.L. 2003. Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. *Biological Agriculture and Horticulture*, 21(3): 277-291.
- Yang, W. J., P. J. Rich, J. D. Axtell, K. V. Wood, C. C. Bonham, G. Ejeta, M. V. Mickelbart, and D. Rhodes. 2013. Genotypic variation for glycine betaine in sorghum. *Crop Science*. 43:162–169.
- Yang, W. Z., and Shao, M. A. 2000. Soil Water of the Loess Plateau. Science Press, Beijing, China.
- Yildirim, E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid effect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculture Scandinavica, B. soil and plant sci.* 57 (2): 182-186.

- Young C.C., and Chen L.F.. 1997. Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedling. *Plant and Soil*, 195: 143-149.
- Zhang L., Sun X.Y., Tian Y., and Gong X.G. 2014. Biochar and humic acid amendments improve the quality of composted green waste as a growth medium for the ornamental plant *Calathea insignis*. *Scientia Horticulturae*, 176:70–78.
- Zheng, J., Chen, T., Wu, Q., Yu, J., Chen, W., Chen, Y., Siddique, K.H.M., Chi, W.M., and Xia, G. 2018. Effect of zeolite application on phenology, grain yield and grain quality in rice under water stress. *Agricultural Water Management*. 206: 241-251.
- Zhou, X., Mackeuzie, A., Madramootoo, C., and Smith, D. 2005. Effect of stem-injected plant growth regulators with or without sucrose on grain production, biomass and photosynthetic activity of fieldgrown corn plants. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 183(2): 103-110.

Abstract

In order to study the effect of sugar beet molasses on the growth and yield of chickpeas at different irrigation intervals, an experiment was conducted in Research Farm of Shahroud University of Technology in 2018-2019. The experiment was as split-plot factorial based on a randomized complete block design with 3 replications. Factors were 2 irrigation intervals (8- and 16-day intervals), foliar application of 3 molasses levels [control (spraying of water), 50 and 100 L.ha⁻¹] and soil application of 3 molasses levels [control (zero), 50 and 100 L.ha⁻¹]. The results indicated that all traits were affected by some sources of variations presented in ANOVA table. At the 16-day irrigation interval, the grain yield was 19% lower as compared to the 8-day irrigation interval. Accordingly, chickpea has faced shallow drought stress. With increasing the amount of molasses application on the soil, the SPAD value, relative water content, proline, leaf soluble sugars, and 100-seed weight have proportionally increased. Simultaneous application of molasses on the soil and leaf promoted grain yield to a level higher than control. Simultaneous application of 50 L.ha⁻¹ molasses on the soil and leaf was the best treatment combination.

Keywords: Irrigation cycle, molasses, chickpea, sugar beet, grain yield.



Faculty of Agriculture
M.Sc. Thesis in Agronomy

The molasses effects on growth and yield of chickpea under drought stress conditions

By: Mohammad Reza Shekohinia

Supervisor: Dr. Manoochehr Gholipoor

Advisors:

Dr. Mehdi Baradran Froozabadi

Dr. Hamid Abbasdokht

2021