بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم باغبانی

تاثیر تنظیم کننده رشد با استفاده از روش نانو کپسول بر صفات کمی و کیفی رشد سه جنس چمن

نگارنده: امید رمضانی

استاد راهنما

دکتر زیبا قسیمی حق

اساتید مشاور

مهندس حسن قربانی قوژدی

مهندس فریبز ضیایی

تیر ۱۳۹۶

شماره: ۴۰۵/ک
تاریخ: ۹۶/۷/۱۱
ویرایش:

مدیریت تحصیلات تکمیلی
فرم شماره (۶)

بسمه تعالی

فرم صورت جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استمدّت از حضرت ولی عصر (عج) نتیجه ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای امید رمضانی به شماره دانشجویی ۹۳۰۸۵۱۴ رشته کشاورزی گرایش باغبانی
تحت عنوان تاثیر تنظیم کننده رشد با استفاده از روش نانو کپسول بر صفات کمی و کیفی رشد سه جنس چمن

که در تاریخ ۹۶/۴۰/۱۷ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه بسیار خوب امتیاز ۱۸/۴۸) ☑ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۹)
۲ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ ـ ۱۸)
۳ـ خوب (۱۷/۹۹ ـ۱۶)
۴ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ ـ ۱۴)
۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنما	دکتر زیبا قسیمی حق		
۲ـ استاد مشاور	مهندس قربانی قوزدی مهندس فریبرز ضایی		
۳ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر احمد رجایی		
۴ـ استاد ممتحن	دکتر مهدی رضایی		
۵ ـ استاد ممتحن	دکتر حجت ا... بداقی		

رئیس دانشکده: امضاء

تقدیم به

مهربان فرشتگانی که

لحظات ناب باور بودن

لذت و غرور دانستن

جسارت خواستن

عظمت رسیدن

و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم

مدیون حضور سبز آنهاست

تقدیم به پدر و مادر عزیز و خواهر گرامی ام

تشکر و قدارانی:

سپاس خدا را که نور شناختش را به قلب ما تابانید و دروازه بی پایان دانش به پروردگاریش، بر ما گشود و ما را به وادی پر فیض توحید خالصانه اش راهبری نمود و از هلاکت در ورطه انکار و شک باز مان داشت.

سپاسگزار، همیشگی پدر و مادر مهربانم هستم که همواره در زندگی حامی و مشوق من بوده اند.

از استاد راهنمای بزرگوارم **سرکار خانم دکتر زیبا قیمی حق** که در طی مراحل این پژوهش، بی دریغ و دلسوزانه راهنمایی ام نمودند و **جناب آقای مهندس حسن قربانی قوژدی و جناب آقای مهندس فریبرز ضیایی** که طی انجام مراحل مختلف این تحقیق همواره مرا از کمک ها و مشاوره های ارزشمند خود بهره مند نمودند، صمیمانه سپاسگزارم. از اساتید بزرگوارم **جناب آقای دکتر مهدی رضایی و جناب آقای دکتر حجت اله بداقی** که افتخار شاگردی ایشان را داشتم و زحمت داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند کمال تشکر را دارم.

تعهد نامه

اینجانب **امید رمضانی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی (علوم باغبانی) دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **تاثیر تنظیم کننده رشد با استفاده از روش نانو کپسول بر صفات کمی و کیفی رشد سه جنس چمن** تحت راهنمائی **سرکار خانم دکتر زیبا قسیمی حق** متعهد می شوم.

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

تاریخ

امضای دانشجو

. مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه 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

این پژوهش به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی اجرا گردید. به طوری که نوع چمن به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح و پاکلوبوترازول به عنوان فاکتور فرعی در پنج سطح اعمال شد. نتایج نشان داد پاکلوبوترازول در صفات رنگ، بافت، نرمی، آب از دست رفته برگها، کیفیت کلی، تأثیری ندارد و در صفات ارتفاع، وزن تر و خشک، پهنای برگ، نسبت وزن تر و خشک ریشه به شاخساره، کلروفیل، محتوی نسبی آب، نشت یونی، آنزیم کاتالاز ، کمبود اشباع نسبی، آنزیم گایاکول و پروتئین باعث تغییرات معنی دار گردید. از نظر رشدی گونه لولیوم بیشترین رشد و گونه پوآ کمترین رشد را نشان داد ودر صفت ارتفاع تیمار های ماکرو ارتفاعی بیشتر از شاهد ولی تیمارهای نانو ارتفاعی حدودا برابر یا کمتر از شاهد را دارد و در صفت وزن تر و خشک و عرض برگ در دو گونه لولیوم و پوآ کمتر یا مساوی نسبت به شاهد و در گونه فستوکا بیشتر یا مساوی نسبت به شاهد گردید. وزن ریشه در تیمار ۵ میلی گرم بر لیتر پاکلوبوترازول ماکرو بیشترین و در تیمار ۱۵ میلی گرم بر لیتر نانوکپسول پاکلوبوترازول کمترین مقدار را نشان داد. میزان کلروفیل کل هم بجز در فستوکا در دو گونه دیگر در تیمارها روند کاهشی نشان داد. محتوی نسبی آب برگ بجز تیمار ۱۵ میلی گرم بر لیتر ماکرو در پوآ بقیه موارد کمتر مساوی بودند. آنزیم کاتالاز نیز در همه موارد کمتر از شاهد بود . و در صفت کمبود اشباع نسبی فقط در چمن فستوکا در ۱۵ میلی گرم بر لیتر پاکلوبوترازول ماکرو افزایش معنی دار داشت و در بقیه موارد در یک حد پیوستگی با روند کاهشی بود. همچنین به طور کلی نتایج نشان داد که پاکلوبوترازول نانو کپسول شده در بیشتر صفات ,تأثیرات را بیشتر نسبت به نوع معمولی نشان داد و در بین چمن ها جنس پوآ نتایج بهتری در صفات به صورت کلی داشت .

کلید واژه ها :

چمن , کند کننده رشد , پاکلوبوترازول , نانو کپسول .

فهرست مطالب

صفحه

عنوان صفحه

فصل اول ۱
مقدمه ۱
فرضیات ۴
اهداف آزمایش ۵
کلیات ۶
۱-۱- تاریخچه چمن ۶.
۱-۱- اهمیت چمن‌ها ۷
۱-۳- گیاهشناسی چمن ۷
۱-۳-۱- اندام شناسی ۸
۱-۳-۱-۱- ریشه ۸
۱-۳-۱-۲- ساقه ۹
۱-۳-۱-۳- برگ ۹
۱-۳-۱-۴- گل ۱۰
۱-۴- تقسیم بندی چمن‌ها از لحاظ شرایط آب و هوایی ۱۰
۱-۴-۱- چمن‌های فصل سرد ۱۰
۱-۴-۲- چمن‌های فصل گرم ۱۰
۱-۴-۳- فتان قرمز، فسکویه قرمز:نام علمی:Festuca rubra نام انگلیسی: FescueRed ۱۱
۱-۴-۴- چمن چبر، جونگراس چمن هلندی نام علمی : Poa pratennsis نام انگلیسی: Kentucky blue grass ۱۱
۱-۴-۵- چچم چند ساله، رایگراس چند ساله نام علمی:Lolium perenne نام انگلیسی: Perennial ryegrass ۱۳
۱-۵- کیفیت چمن‌ها ۱۴

۱-۶- عملیات مدیریتی برای کاهش مصرف آب ۱۵
۱-۶-۱- مدیریت مصرف آب ۱۵
۱-۶-۲- انتخاب گونه ۱۶
۱-۶-۳- مواد شیمیایی ۱۶
۱-۶-۴- تنظیم کننده‌های رشد گیاهی ۱۶
۱-۶-۵- نحوه جذب، عمل و سایر فعالیت‌های بازدارنده‌های رشد ۱۸
۱-۶-۶- پاکلوبوترازول ۱۹
فصل دوم ۲۱
مروری برپژوهش‌های پیشین ۲۱
۲-۱- مروری بر تحقیقات انجام شده با پاکلوبوترازول و دیگر کندکننده‌های رشد در چمن و دیگر گیاهان ۲۲
۲-۲- مشکلات مصرف آفت کشها، علف کش‌ها، قارچ کش‌ها و... در محیط زیست ۲۵
۲-۲-۱- فناوری نانوکپسوله شدن در حشرهکش‌ها و آفتکش‌ها ۲۵
۲-۲-۲- نانوکپسول ۲۶
۲-۲-۲-۱- تکنیک‌های تهیه نانوکپسول ۲۷
۲-۲-۲-۲- فاکتورهای موثر روی انعقاد امولسیون ۲۷
فصل سوم ۲۹
۳-۱- مکان و زمان اجرای آزمایش ۳۰
۳-۲- مواد گیاهی ۳۰
۳-۳-مواد شیمیایی ۳۰
۳-۴- بررسی جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۳۱
۳-۵- خصوصیات خاک ۳۱
۳-۶- میزان بذر مصرفی ۳۱
۳-۷- طرح آزمایشی ۳۲
۳-۸- آماده سازی خاک و بستر کشت ۳۲

۳-۹- تعداد دفعات چمنزنی برای هر جنس چمن ۳۲
۳-۱۰- نحوه آبیاری و اعمال تنش در طول آزمایش ۳۳
۳-۱۱- سنتز نانوکپسول پاکلوبوترازول ۳۳
۳-۱۲- تست SEM ۳۴
۳-۱۳- اندازهگیری صفات ۳۵
۳-۱۳-۱- اندازهگیری صفات کیفی NTEP ۳۵
۳-۱۳-۱-۱- رنگ ژنتیکی ۳۵
۳-۱۳-۱-۲- بافت ۳۶
۳-۱۳-۱-۳- یکنواختی ۳۶
۳-۱۳-۱-۴- میزان تحمل به پاخوری (قابلیت ارتجاع) ۳۶
۳-۱۳-۱-۵- کیفیت کلی چمن ۳۶
۳-۱۴- میزان عملکرد و ریشهدهی و شاخساره ۳۷
۳-۱۵- محتوای نسبی آب برگها (RWC) ۳۷
۳-۱۶- کمبود اشباع نسبی(RSD) ۳۷
۳-۱۷- آب از دست رفته برگها (RWL) ۳۸
۳-۱۸- نشت الکترولیت ۳۸
۳-۱۹- ارتفاع و عرض برگ و وزن تر و خشک سربرداری(عملکرد) ۳۹
۳-۲۰- میزان کلروفیل (a، b و کلروفیل کل) ۳۹
۳-۲۱- عصارهگیری جهت سنجش فعالیت آنزیمی و پروتئین کل ۳۹
۳-۲۲- سنجش پروتئین کل به روش بردفورد (۱۹۷۶) ۴۰
۳-۲۳- تهیه استانداردها ۴۰
۳-۲۳-۱- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز بر اساس روش ابی (1984) ۴۱
۳-۲۳-۲- محاسبه فعالیت آنزیم کاتالاز ۴۲
۳-۲۳-۳- سنجش فعالیت آنزیم گوائیکولپراکسیداز به روش منکارلی (۱۹۹۵) ۴۳
۳-۲۳-۴- محاسبه فعالیت آنزیم پراکسیداز ۴۴
فصل چهارم ۴۵

۴-۱- بررسی صفات ماده نانو کپسول شده ۴۶
۴-۱-۱- تست SEM : ۴۶
۴-۲- مقایسه صفات کیفی (NTEP) چمن‌های مورد آزمایش ۴۹
۴-۱-۱- رنگ ۴۹
۴-۱-۲- بافت برگ ۵۰
۴-۱-۳- یکنواختی ۵۱
۴-۱-۴- میزان تحمل به پاخوری ۵۲
۴-۱-۵- کیفیت کلی چمن ۵۲
۴-۲- صفات مورفولوژیک ۵۳
۴-۲-۱- ارتفاع ۵۴
۴-۲-۲- وزن تر و خشک سرزنی ۵۵
۴-۲-۳-پهنای برگ ۵۸
۴-۲-۴- نسبت وزن تر ریشه به شاخساره و نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره ۶۰
۴-۳- بررسی صفات فیزیولوژیک ۶۲
۴-۳-۱-کلروفیل کل ۶۲
۴-۳-۲- محتوای آب نسبی ۶۶
۴-۳-۳- نشت یونی ۶۷
۴-۳-۴- فعالیت آنزیم کاتالاز ۶۹
۴-۳-۵-کمبود اشباع نسبی ۷۱
۴-۳-۶-آنزیم گایاکول ۷۲

۴-۳-۷- پروتئین ۷۳

نتیجه گیری ۷۴

پیشنهادات ۷۵

منابع مورد استفاده: ۷۶

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

تصویر۱-۱: گیاه چمن جنس فسکویه قرمز ۱۱

تصویر۱-۲: گیاه چمن جنس پوآ پارتنسیس ۱۳

تصویر۱-۳: گیاه چمن جنس رایگراس چند ساله ۱۴

تصویر ۳-۴: راکتور سه دهانه ۳۴

تصویر۴-۱ : تست SEM 1 ..... ۴۷

تصویر۴-۲ : تست SEM 2 ..... ۴۸

شکل ۴-۳: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی رنگ سه گونه چمن ۴۹

شکل ۴-۴: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی بافت سه گونه چمن ۵۱

شکل۴-۵: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی یکنواختی سه گونه چمن ۵۱

شکل ۴-۶: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی پاخوری سه گونه چمن ۵۲

شکل ۴-۷: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی کیفیت کلی سه گونه چمن ۵۳

شکل ۴-۸: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی ارتفاع سه گونه چمن ۵۵

شکل ۴-۹: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی وزن تر سرزنی شده سه گونه چمن ۵۷

شکل ۴-۱۰: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی وزن خشک سرزنی شده سه گونه چمن ۵۷

شکل ۴-۱۱ : اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی پهنای برگ سه گونه چمن ۵۹

شکل۴-۱۲: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر وزن خشک شاخه به ریشه سه گونه چمن ۶۱

شکل ۴-۱۳: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر وزن تر شاخه به ریشه سه گونه چمن ۶۱

شکل ۴-۱۴ : اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر کلروفیل A سه گونه چمن ۶۵

شکل ۴-۱۵: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر کلروفیل B سه گونه چمن ۶۵

شکل ۴-۱۶ : اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر کلروفیل کل سه گونه چمن ۶۵

شکل ۴-۱۷: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر محتوی نسبی آب برگ سه گونه چمن ۶۶

شکل ۴-۱۸- اثر پاکلوبرازول و نانو کپسول پاکلوبرازول بر نشت یونی سه گونه چمن ۶۸

شکل ۴-۱۹: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر آنزیم کاتالاز سه گونه چمن ۷۰

شکل ۴-۲۰: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر کمبود اشباع نسبی سه گونه چمن ۷۲

شکل ۴-۲۱: اثر غلظت های مختلف پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر آنزیم گایاکول پراکسیداز سه گونه چمن ۷۲

شکل ۴-۲۲: اثر غلظت های مختلف پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر پروتئین سه گونه ۷۳

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول۳-۱: مشخصات خاک زمین چمن کشت شده ۳۱

جدول۳-۲:تیمار های مورد استفاده در آزمایش..... ۳۲

جدول۳-۳:جدول تعداد دفعات سر زنی از اول کاشت هر چمن تا شروع تیمار..... ۳۳

جدول۴-۱: تجزیه واریانس برخی از صفات کیفی در اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی خصوصیات رشدی سه گونه چمن..... ۴۹

جدول ۴-۲:تجزیه واریانس برخی از صفات مورفولوژیک و عملکردی در اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی خصوصیات رشدی سه گونه چمن..... ۵۳

جدول ۴-۳- تجزیه واریانس برخی از صفات فیزیولوژیک در اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر خصوصیات رشدی سه گونه چمن..... ۶۲

جدول۴-۴: تجزیه واریانس برخی از صفات فیزیولوژیک در اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی خصوصیات رشدی سه گونه چمن..... ۶۹

فصل اول

مقدمه

مقدمه

فضاهای سبز شهری قسمتی از فضاهای باز هستند که در عرصه‌های طبیعی یا مصنوعی حوزه شهری، تحت استقرار درختان، گل‌ها، چمن‌ها و یا سایر گیاهان قرار دارند (پاسبان اسلام و همکاران، ۱۳۹۲). کاهش آلودگی هوا و آلودگی‌های صوتی، تأثیر مثبت بر روان انسان، کاهش خشونت در جامعه و تأثیراتی بر اقلیم شهر از قبیل کاهش دما، افزایش نفوذپذیری بارش‌ها و روان‌آب‌ها و کنترل فرسایش خاک در فضاهای شهری از عملکردهای فضای سبز شهری است (روحانی، ۱۳۷۱). امروزه مفهوم شهرها بدون وجود فضای سبز موثر در اشکال گوناگون آن، دیگر قابل تصور نیست. پیامدهای توسعه شهری و پیچیدگی‌های معضلات زیست محیطی آنها، موجودیت فضای سبز و گسترش آن را برای همیشه اجتناب ناپذیر کرده است و امروزه چمن‌ها به جزء جدایی ناپذیر فضای سبز تبدیل شده‌اند در حالی که نسبت به دیگر گونه های گیاهی موجود در فضای سبز عموما آب بیشتری مصرف می‌کنند (خیرخواه و همکاران، ۲۰۱۵). بر اساس بررسی‌های به عمل آمده در سال۱۹۷۷، بیش از۲۰ میلیون هکتار از اراضی شهری در سراسر دنیا (زمین های ورزشی، پارک‌ها و غیره) تحت کشت چمن بوده است (انصاری و عظیمی، ۱۳۹۰). کافی (۱۳۸۱) اهمیت چمن در زندگی روزمره انسان را از سه جنبه بیان نمود: اول، عملکرد آن در بهبود شرایط زیست محیطی، دوم، نقش تفریحی و ورزشی و در آخر نقش تزئینی آن. دستیابی به این نقش‌ها و عملکردها، در سایه تامین آب کافی ممکن است. علیرغم نیاز مبرم به فضای سبز شهری، موضوع تامین آب مورد نیاز آن برای کشور یک معضل اساسی است. کشور ایران با متوسط بارندگی۲۵۲ میلی‌متر، یکی از خشک‌ترین مناطق جهان است و از این بارندگی ناچیز حدود ۱۷۹ میلی‌متر (۷۱٪) به دلیل پتانسیل بالای تبخیر در کشور، تبخیر می‌گردد (اکبرزاده، ۱۳۹۳). بنابراین، باید به وضعیت بحرانی آب در ایران توجه کرد (انصاری و عظیمی، ۱۳۹۰). لیکن این چمن سبز در ازای زیبایی و طراوتی که عرضه می‌دارد نیازمند رعایت اصول نگهداری وکاربردی است. این اصول به ویژه در کشور ایران و شرایط اقلیمی آن که با خشکی آب و هوا مواجه می‌باشد از

اهمیت ویژه های برخوردار است. جدای از آنکه در اکثر کشورهای قاره آمریکا و اروپا افزایش روز افزون تکنیک‌های کشت و تولید و نگهداری انواع گونه‌های چمن متناسب با افزایش تقاضا و کاربردهای گوناگون، سبب تبدیل آن به یک بخش اقتصادی و فعال شده است. در ایران نیز به رغم آنچه اخیرا در برخی محافل مبنی بر حذف چمن از سطوح سبز عنوان می‌گردد، می‌توان با رعایت نکات فنی، گزینش گونه‌های مناسب و نهایتا کاهش نوع و سطح کاربردی چمن و آبیاری صحیح و مناسب، از نقش و تأثیرگذاری این گیاه سودمند در تلطیف هوا و طراحی‌های فضای سبز کماکان بهره برد (فلاحیان، ۱۳۸۰).

به منظور بالا بردن راندمان آبیاری و کاهش تلفات آب در بخش‌های فضای سبز مخصوصا فضاهای چمن‌کاری روش‌های متعددی توسط محققان پیشنهاد شده است. اولین روش انتخاب گونه مقاوم به خشکی و مناسب شرایط منطقه می‌باشد. از لحاظ تنوع گونه‌ای برای مقاومت به خشکی، ایران یکی از غنی‌ترین مراکز ذخیره توارث گیاهی در جهان به شمار آمده و تیره گرامینه از این لحاظ دارای تنوع بالایی می‌باشد. البته باید توجه داشت که ارقام یک گونه نیز از لحاظ نیاز آبی با یکدیگر متفاوت‌اند (ربانی خیرخواه و کاظمی، ۱۳۹۴).

حال با توجه به این نکته که هر گونه چمن، دارای مزایا و معایب مختص به خود بوده و هیچ‌گونه چمنی از این نظر کامل نیست پس به عنوان یک قانون، اگر یک نوع چمن به عنوان چمن منتخب برگزیده شود، بهتر است که با چندین رقم آن (۳-۵ رقم) به صورت چمن ترکیبی استفاده گردد. که این امر باعث ایجاد تنوع بهتر و مقاومت بیشتر به بیماری‌ها و تنش‌های محیطی و بهبود صفات ظاهری چمن می‌گردد.

استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی از روش‌های دیگری است که برای حفظ آب در مدیریت چمن استفاده شده است. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی می‌توانند نقش مناسبی در برنامه‌های مدیریتی چمن ایفا نمایند (استیر و همکاران، ۲۰۰۱).

اثرهای اصلی چهار گروه هورمونی اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سایتوکینین‌ها و اتیلن (که اغلب همین

اثرها مبنای کاربردی آنها در باغبانی است) بیشتر برای تشویق و تسریع رشد و سایر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان می‌باشد. برای تنظیم و متعادل نگه داشتن این فرآیندها لازم است در درون گیاه مکانیزم‌های کندکننده‌ای نیز وجود داشته باشد تا از رشد بیش از اندازه و سرعت نامتعادل انجام فرآیندها جلوگیری کند (خوشخوی و همکاران ،۱۳۸۳). یکی از روش‌های مؤثر کنترل ارتفاع گیاهان، استفاده از مواد کندکننده رشد است. بسیاری از کندکننده‌های رشد اثر خود را با ممانعت از تقسیم سلولی در نواحی زیر مریستم انتهایی ساقه و طویل شدن بعدی سلول‌ها نشان می‌دهند و در نتیجه موجب کاهش طویل شدن ساقه می‌شوند. برخی از ترکیبات کندکننده رشد از جملهٔ تریازول‌ها با ممانعت از بیوسنتز جیبرلین موجب جلوگیری از طویل شدن ساقه می‌شوند(آرتکا،۱۹۵۰).

با توجه به اثرات تریازول‌ها روی رشد گیاهان می‌توان از این مواد برای کنترل رشد گیاهان چمنی استفاده کرد. این کنترل رشد موجب کاهش تعداد دفعات چمن زنی ،کاهش مصرف کود، افزایش کارایی استفاده از آب و در نهایت صرفه جویی در هزینه نگهداری گیاهان چمنی می‌شود.

یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد از گروه تریازول‌ها که در شرکت‌های مختلف با نام‌های تجاری متفاوت تولید می‌شود و کاربرد فراوانی در کشورهای مختلف دارد پاکلوبوترازول است، که این تنظیم-کننده بازدارنده بیوسنتز جیبرلین بوده و ضمن کاهش رشد عمودی چمن باعث افزایش کیفیت آن نیز می‌گردد. (بیسلی و همکاران، ۲۰۰۷).

موضوع این پژوهش بررسی اثر تکرار محلول پاشی پاکلوبوترازول تجاری و نانوکپسول شده در غلظت‌های مختلف بر صفات مورفولوژی و فیزیولوژیکی سه جنس متفاوت چمن است.

فرضیات

۱) بهینه سازی سنتز نانوکپسول پاکلوبوترازول (کندکننده رشد) بر اساس یک روش کاملا صنعتی.

۲) با نانوکپسوله شدن پاکلوبوترازول احتمالا زمان اثر و رهایش ماده افزایش خواهد یافت.

۳) احتمالا کندکننده های رشد تعداد سرزنی چمن‌ها را کاهش خواهند داد.

۴) احتمالا میان جنس‌های مختلف چمن در پاسخ به تیمارها تفاوت معنادار وجود خواهد داشت.

اهداف آزمایش

۱) بهینه سازی و تعیین فرمولاسیون نانوکپسول کندکننده رشد پاکلوبوترازول

۲) بررسی تأثیر کندکننده رشد پاکلوبوترازول و نانوکپسول پاکلوبوترازول بر خصوصیات کیفی وکمی هر کدام از جنس‌های چمن

۳) تعیین مناسب‌ترین غلظت پاکلوبوترازول و نانوکپسول پاکلوبوترازول بر ویژگی‌های کیفی و کمی چمن

۴) تعیین مناسب‌ترین جنس چمن در پاسخ به نانوکپسول پاکلوبوترازول

۵) پایین آوردن مقدار مصرف کند کننده رشد پاکلوبوترازول

کلیات

۱-۱- تاریخچه چمن

به گفته مورخان، اولین بار استفاده از چمن در باغ‌های ایران، یونـان و رم قبـل از مـیلاد صـورت پذیرفته است. اما شواهد نشان می‌دهد که آنها دارای مساحت بسیار کمی بوده‌اند. قدیمی‌ترین تصـویر مربوط به چمن‌کاری به حدود ششصد سال پیش یعنی سال ۱۳۰۰ میلادی مربـوط مـی‌شـود. اولـین تحقیقات روی چمن به سال ۱۶۶۵ میلادی بر می‌گردد که در آن سال جان ری [1] در زمینـه انتخـاب بهترین رقم و نوع سرزنی آن تحقیقاتی انجام داد. سال ۱۸۸۰ تحقیقات روی انواع چمن‌های خـانواده گرامینه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ایالت میشیگان توسط جی بیل [2] صورت پـذیرفت (فلاحیـان، ۱۳۸۷). از سال ۱۹۰۸ محققین وزارت کشاورزی آمریکا (USDA[3]) آزمایش‌های متعددی را در جهت افزایش کیفیت زمین‌های گلف انجام دادند که می‌توان به استفاده از علف‌کش‌هـای مخصـوص چمـن، فرموله کردن کودهای چمن، مکانیزه کردن عملیات کاشت و نگهداری چمن از قبیل چمن‌زنـی، کـود پاشی و آبیاری اشاره کرد که از جمله این پیشرفت‌ها بود(برد[4]، ۱۹۷۳).

از تاریخ دقیق کشت و کار چمـن در ایـران اطـلاع دقیقـی در دسـت نیسـت (کـافی و همکـاران ،۱۳۸۱). با ورود اولین بذور چمن‌های خارجی به کشور، تحولی در کشت و کار و نگهداری چمن ایجاد شد. اولین بار در منطقه‌ای از استان مرکزی به نام یارند کشت و بذرگیری نوعی از چمن به نام لولیـوم صورت گرفت که با گذشت زمان نام چمن یارندی را به خود گرفت (هارتلی[5]، ۱۹۶۱).

---

[1] Jhon Rae
[2] J. Beal
[3] United States Department of Agriculture
[4] Bered
[5] Hartly

۱-۲- اهمیت چمن‌ها

دسترسی به فضای سبز، یکی از نیازهای روحی مردم شهرها و جوامع صنعتی است که می‌توان به وسیله آن بخشی از اوقات فراغت شهروندان را پر نمود. چمن به عنوان یکی از ارکان اصلی پوشش سبز دارای جلوه‌ای بارز و آشناست (امیری‌خواه، ۱۳۹۰). از مهمترین دلایل گرایش به کشت چمن می‌توان جذابیت در فضای سبز و تلطیف آب و هوا (تورانی ناطور، ۱۳۸۶)، جلوگیری از فرسایش خاک (قاسمی قهساره و کافی، ۱۳۸۹)، قدرت مقاومت بالا در برابر پاخوری و کوتاه شدن (سلاح ورزی، ۱۳۸۶) نام برد. امروزه چمن به عنوان یکی از گیاهان مهم پوشاننده خاک، یکی از اجزای اصلی باغ‌ها و پارک‌ها است و در طراحی فضاهای سبز به عنوان زمینه طراحی کاربرد دارد و پس زمینه‌ای مناسب و زیبا را برای گونه‌های گیاهی دیگر ایجاد می‌کند. چمن علاوه بر جنبه‌های زیبایی، اثرات مهمی بر شرایط زیست محیطی شهرها دارد؛ از جمله اثرهای چمن، می توان کاهش آلودگی‌های صوتی، هوا، نورهای زننده، کاهش دمای ناشی از تابش خورشید به سطوح آسفالت، بتون و ساختمان‌ها و مشکل آلودگی بصری را نام برد. همچنین چمن دارای نقش تفریحی و ورزشی می‌باشد که از آن جمله می‌توان به فوتبال، گلف، تنیس و هاکی اشاره کرد (فلاحیان، ۱۳۸۷).

۱-۳- گیاهشناسی چمن

گیاهان چمنی جزء شاخه نهاندانگان، از رده تک لپه‌ای‌ها، راسته Poales و خانواده گرامینه(Graminae یا Poaceae) محسوب می‌شود و در سه زیر خانواده‌ی *Festucoidae*، *Panicoidae* و *Eragostoidae* قرار دارند و جنس‌های *Poa sp.* ، *Lolium sp* و *Festuca sp.* سه جنس مهم زیر خانواده *Festucoidae* بوده که همگی جزو چمن‌های سردسیری به شمار می‌روند (قاسمی قهساره و کافی ۱۳۸۹).

خانواده گرامینه دارای شش زیر خانواده، ۶۰۰ جنس و ۷۵۰۰ گونه است. حدود ۳۰ گونه از این خانواده به سرزنی و پاخوری مقاوم هستند و به عنوان چمن کشت می‌شوند. چمن‌ها در طول دوره

رشد رویشی، یا فاقد رشد طولی ساقه بوده و یا به میزان اندکی رشد طولی ساقه خواهند داشت. در واقع دوره رشد رویشی شامل توسعه پنجه‌ها، ریزوم و استولون می‌باشد و بیشتر بخش رویشی آنها شامل برگ است (طالبی، ۱۳۹۰؛ باباش پور اصل، ۱۳۸۹). در واقع گیاهان چمنی سه خصوصیت منحصر به فرد دارند که عبارتند از:

۱) نقطه رویشی آنها در قسمت طوقه نزدیک خاک بوده و در نتیجه امکان پاخوری را دارند و همچنین در برابر سرزنی مکرر و از ارتفاع کم کاملا مقاوم هستند.

۲) در تمام فصل رویش، برگ‌های تازه از نقطه رویش آنها تولید می‌شود (البته سرعت آن وابسته به فصل و شرایط محیطی متغیر است). به همین دلیل، دارای قدرت پوشش‌دهی فوق‌العاده هستند.

۳) در صورت انتخاب رقم مناسب و سازگار با شرایط محیطی منطقه و اعمال مدیریت صحیح، پوششی همیشه سبز با عمر طولانی ایجاد می‌کنند (کافی و کاویانی، ۱۳۸۱).

۱-۳-۱- اندام شناسی

۱-۳-۱-۱- ریشه

ریشه چمن افشان، متراکم و غالبا کم‌عمق است. عمق ریشه، اکثرا کمتر از یک متر و به ندرت به بیش از دو متر می‌رسد. در چمن‌های فصل سرد، بهترین زمان رشد ریشه، در اوایل بهار و پائیز است و دمای بهینه رشد ریشه اندکی کمتر از دمای مناسب رشد ساقه است. به نحوی که ریشه حتی در زمستان هم دارای رشد می‌باشد، مگر اینکه زمین یخ زده باشد (باباش پور اصل، ۱۳۸۹). چیدن شدید و مداوم چمن، دمای زیاد، نیتروژن زیاد و شرایط نامساعد فتوسنتز بر رشد ریشه تأثیر منفی گذاشته و باعث افزایش رشد برگ و همچنین افزایش نسبت اندام هوایی به ریشه می‌گردد که اثری منفی بر رشد گیاه خواهد داشت. به عنوان یک اصل کلی، وزن خشک بخش ریشه باید سه برابر وزن خشک بخش هوایی باشد (فلاحیان، ۱۳۸۷). در واقع ریشه چمن بر دو نوع است، یکی ریشه‌های اولیه که از محور رویان منشاء می‌گیرند، این ریشه‌ها در اکثر گندم‌سانان از جمله چمن‌ها، پس از مدتی از بین

رفته و جای خود را به ریشه‌های ثانویه می‌دهند. ریشه‌های ثانویه نابجا بوده و از نخستین گره ساقه اولیه یا پنجه‌ها خارج می‌شوند (قاسمی قهساره و کافی، ۱۳۸۹).

۱-۳-۱-۲- ساقه

ساقه چمن ماشوره‌ای و توخالی، دارای گره و میانگره است. گیاهچه‌ها در طول دوره رشد رویشی دارای ساقه نزدیک به سطح زمین و گره‌های ساقه به هم فشرده‌اند. برگ‌ها در بالای این جوانه انتهایی توسعه یافته و به صورت غلاف روی هم قرار گرفته‌اند (فلاحیان، ۱۳۸۰). مرکز رویش چمن در قسمت طوقه، نزدیک سطح خاک است و به صورتی قرار دارد که کار چمن‌زنی را آسان می‌کند به طوری‌که صدمه‌ای به مریستم انتهایی وارد نشود و حتی در برابر پاخوری و لگدکوب شدن نیز مقاومت نشان می‌دهد (تورانی ناطور، ۱۳۸۶).

۱-۳-۱-۳- برگ

برگ چمن‌ها از یک قسمت صاف و پهن فوقانی به نام پهنک و یک قسمت لوله مانند تحتانی به نام غلاف تشکیل شده است. در محل اتصال پهنک به غلاف، زبانک[1]، یقه[2] و گوشوارک[3] وجود دارد. نوار سبز روشن و باریک در محل اتصال غلاف به پهنک را یقه می‌نامند. در محل یقه یک حالت برجستگی مانند وجود دارد که ممکن است به صورت مومانند یا غشایی باشد که به آن زبانک می‌گویند و کاربرد زیادی در شناسایی چمن‌ها دارد. در قسمت جلویی غلاف در دو طرف یقه زایده‌ای وجود دارد که به آن گوشوارک می‌گویند. انتهای برگ در چمن به اشکال مختلف قایقی شکل، گرد و نوک نیز دیده می‌شود (قاسمی قهساره و کافی، ۱۳۸۹).

---

1. Ligule
2. Collar
3. Auricle

۱-۳-۱-۴- گل

در چمن‌ها سه نوع گل‌آذین خوشه، سنبله و خوشه مرکب وجود دارد. واحد گل آذین در گندم-سانان سنبلک است (قاسمی قهساره و کافی، ۱۳۸۹). گل در چمن دارای سه پرچم و برچه‌های پیوسته بوده که یکی از آنها فعال است. مادگی دارای کلاله پردار ۲-۳ خامه است و نهایتا یک تخمک تبدیل به بذر می‌شود. بذر عبارت است از میوهای که شامل پوشینک بیرونی و پوشینک درونی است. اجزای سنبلچه عبارت است از: پوشینه در برگیرنده گل‌های یک سنبلچه، پوشینک بیرونی در بردارنده اندام نر و ماده ،پوشینک درونی. گل دارای دو لودیکول است. گلپوش‌ها تحلیل رفته و در هنگام خروج بساک، متورم شده و گلچه را باز کرده و سپس باعث بسته شدن آن می‌شود (طالبی، ۱۳۹۰).

۱-۴- تقسیم بندی چمن‌ها از لحاظ شرایط آب و هوایی

چمن‌ها از لحاظ شرایط آب و هوایی و اقلیمی به دو گروه چمن‌های فصل گرم و فصل سرد تقسیم می‌شوند (اعتمادی و همکاران، ۱۳۸۸).

۱-۴-۱- چمن‌های فصل سرد

رشد و فعالیت مناسب این چمن‌ها در هوای خنک بهار و پاییز بوده و در ماه‌های گرم تابستان رشد آن‌ها کاهش می‌یابد. بهترین دما برای رشد این چمن‌ها ۱۵/۵ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (اعتمادی و همکاران، ۱۳۸۸). مثال‌هایی از چمن‌های فصل خنک شامل بنت‌گراس، رایگراس یکساله، بلوگراس، فستوکای سرخ و فستوکای بلند می‌باشند (قاسمی قهساره و کافی، ۱۳۸۹).

۱-۴-۲- چمن‌های فصل گرم

چمن‌های فصل گرم در ماه‌های گرم بیشترین فعالیت و رشد را دارند و هنگام مواجه شدن با هوای سرد به خواب خواهند رفت. بهترین دما برای چمن‌های فصل گرم ۲۶-۳۲ درجه سانتی‌گراد است (نیکبخت و همکاران، ۱۳۹۱). انواع گونه‌های برموداگراس، بوفالوگراس، کیکویوگراس، باهیاگراس

و زویسیاگراس از انواع متداول چمن‌های فصل گرم هستند (تورانی ناطور، ۱۳۸۶).

۱-۴-۳- فتان قرمز، فسکویه قرمز: نام علمی:Festuca rubra نام انگلیسی: FescueRed

فسکویه قرمز، چمنی ریز بافت، متراکم و به رنگ سبز متوسط تا تیره است که به عنوان بهترین چمن فصل سرد در محیط‌های سایه دار و خشک کاربرد دارد. از نظر قدرت پاخوری زهکشی ضعیف و خاک شور حساس بوده و اغلب به صورت مخلوط با کنتاکی بلوگراس برای مکان‌های نسبتا سایه به کار می‌رود. روی شیب‌ها و در سواحل رودخانه‌ها به خوبی رشد کرده و می‌توان آن را بدون چیدن برای طراحی فضای سبز و چشم اندازهای مرتفع به کار برد (باباش پوراصل ،۱۳۸۹). دو زیر گونه از آن وجود دارد که از نظر عادت رشد با هم تفاوت اساسی دارند، که عبارت‌اند از فتان قرمز خزنده (زیرگونه روبرا) که چمن ریزومی است و فتان قرمز چیوینگ (زیر گونه کوموتاتا) که یک چمن کپه‌ای است و تنها از طریق پاجوش گسترش می‌یابد.

تصویر۱-۱: گیاه چمن جنس فسکویه قرمز

۱-۴-۴- چمن چبر، جون‌گراس چمن هلندی نام علمی : Poa pratennsis نام انگلیسی: Kentucky blue grass

این چمن یکی از زیباترین چمن‌هاست. دارای بافت نرم و رنگ سبز تیره است، اما به بیماری‌ها

حساس می‌باشد. این چمن به عنوان چمن ورزشی و زینتی به کار می‌رود. بهتر است بیش از ۵ سانتی متر چیده شود. عادت رشد خزنده (ریزومی) دارد (قاسمی قهساره و کافی ، ۱۳۸۹). این چمن دائمی است و مدت زیادی عمر می‌کند. ساقه‌ها انبوه به رنگ سبز تیره، برگ‌ها باریک، صاف ،نرم، لطیف، انتهای برگ این گیاه به شکل ناو و صفت مشخصه این گیاه است. گل آذین آن به صورت خوشه هرمی شکل، هر سنبلک دارای۳ – ۵ گل و قاعده گلومل خارجی پنجه ای شکل است. ریشه‌ها افشان و منشعب که به عمق ۱۰ - ۲۰ سانتی متر در زمین نفوذ می‌کند. دارای ساقه زیرزمینی که همراه با ریشه، طوقه متراکمی تشکیل می‌دهد. این گیاه هم به وسیله ی ساقه زیرزمینی و هم از طریق بذر ازدیاد می شود ولی عموما تکثیر آن از طریق بذر است. از این گیاه برای جلوگیری از فرسایش خاک استفاده می‌نمایند. این چمن در مناطق مرطوب جهت چراگاه و در نواحی سرد به منظور احداث چمن کاشته می‌شود و چون به آب و هوای متنوع و خاک‌های کوهستانی سازش دارد، وسعت و پراکندگی خیلی زیادی دارد. به آب و هوای خیلی خشک سازگار نیست. در آب و هوای نیمه مرطوب و خاک حاصلخیز و آهک دار رشد خوبی دارد. در خاک های با اسیدیته و قلیائیت بالا مقاومت چندانی ندارد. pH مناسب آن حدود ۶ است (فلاحیان ،۱۳۸۷). یکی از اجزاء مهم تشکیل‌دهنده بذور چمن‌های مخلوط و مناسب مناطق سایه و خاک های سبک است. چون قدرت پاخوری آن خوب است، مناسب زمین‌های ورزشی، تفریحی، پارک و کلیه چمن‌زارهایی است که بدون محافظت خاص نگهداری می

تصویر۱-۲: گیاه چمن جنس پوآ پارتنسیس

شوند. از خصوصیات خوب دیگر آن مقاومت به سرزنی مکرر است. سرعت پایین جوانه‌زنی و سرعت استقرار کم در زمین از معایب این رقم می‌باشند (کافی و همکاران ،۱۳۸۵).

۱-۴-۵- چچم چند ساله، رایگراس چند ساله نام علمی:Lolium perenne نام انگلیسی: Perennial ryegrass

از چمن‌های فصل سرد است که دارای ریشه‌های کم عمق و برگ‌های سبز تیره و براق است. این گونه بافت ریزتری نسبت به نوع یکساله دارد (باباش پوراصل ،۱۳۸۹). این چمن دارای سرعت جوانه زنی و استقرار زیاد است (فلاحیان، ۱۳۸۰). به خاطر جوانه زنی سریع بذور، اغلب در مخلوط‌های بذری به عنوان پوشش دهنده سریع زمین استفاده می‌شود. به خاطر قدرت سریع جوانه زنی آن، به منظور بذر پاشی در زمستان بر روی چمن‌های فصل گرم پاشیده می‌شود. به سرما و شرایط مرطوب و دامنه وسیعی از شرایط خاک سازگار می‌باشد. در خاک‌های خنثی تاکمی اسیدی رشد می‌کند و در ترکیب با کنتاکی بلوگراس برای زمین‌های ورزشی به خاطر قدرت پاخوری‌شان استفاده می‌گردد (تورگون، ۱۹۹۱).

تصویر۱-۳: گیاه چمن جنس رایگراس چند ساله

۱-۵- کیفیت چمن‌ها

برای این‌که یک چمن دارای ظاهری مناسب و کیفیت مطلوبی باشد باید یکنواخت باشد. عواملی چون فضاهای خالی، و صدمات ناشی از تنش‌های محیطی باعث از بین رفتن یکنواختی در چمن‌ها خواهند شد (مادیسون، ۱۹۶۳). عوامل اصلی کیفیت ظاهری چمن شامل یکنواختی[۱]، تراکم[۲]، بافت[۳]، نحوه‌ی رشد[۴]، و رنگ[۵] می‌باشد، رنگ میزان نور منعکس شده توسط چمن است. گونه‌ها و ارقام مختلف از نظر رنگ متفاوت و از سبز روشن تا سبز بسیار تیره می‌باشند. رنگ می‌تواند وضعیت کلی چمن را بیان کند، یک ظاهر زرد یا کلروزه می‌تواند نشانه‌ی آفت، بیماری ، تغذیه‌ی نامناسب، نماتد، آب زیاد، خشکی و یا نتیجه‌ی تنش‌های وارد شده به گیاه باشد.روش‌های مختلفی برای تعیین رنگ چمن پیشنهاد و مورد استفاده قرار می‌گیرد. مادیسون و اندرسون برای تعیین رنگ از میزان کلروفیل بر حسب میلی‌گرم در دسی‌متر مربع استفاده کردند. این شاخص تغییرات میزان تغذیه در چمن را نشان می‌دهد. ولی قادر به نشان دادن اثرهای چمن زنی، آبیاری و یا سایه نیست. مانتیل و استان هیل از دستگاه فتوسل برای اندازه‌گیری رنگ چمن استفاده کردند. از اسپکتروفتومترهای قابل حمل نیز برای ارزیابی رنگ چمن استفاده شده است. این دستگاه طول موج‌های برگشتی از چمن را اندازه‌گیری

[1-] Uniformity
2- Density
[3]- Texture
[4-] Growth habit
[5-] Smoothness

می‌نماید. این روش ارزیابی رنگ همبستگی نزدیکی با رنگ چمن در نقاط برداشت شده دارند ولی نشان دهنده رنگ واقعی کل چمن نیستند. در سال‌های اخیر استفاده از تجزیه‌ی تصاویر دیجیتالی برداشت شده از چمن توسط دستگاه‌های قابل حمل رایج گردیده است. به طور کلی ارزیابی توسط ارزیاب با تجربه برای تشخیص رنگ مناسب‌تر بوده و در کم شدن هزینه و وقت بسیار موثر است. در این برنامه ارزیابی چمن از طریق ارزیابی‌های چشمی صورت می‌گیرد. این ارزیابی شامل رنگ، تراکم، بافت برگ، یکنواختی، و کیفیت کلی می‌باشد. کیفیت چمن مانند محصولات غذایی نیست بلکه یک شاخص زیبایی به شمار می‌آید. این ارزیابی بایستی از ابتدا تا انتهای آزمایش توسط یک نفر صورت گیرد و در طول آزمایش نباید از اشخاص مختلف استفاده نمود(موریس، ۲۰۰۲).

۱-۶- عملیات مدیریتی برای کاهش مصرف آب

۱-۶-۱- مدیریت مصرف آب

صرفه‌جویی آب باید مهم‌ترین نگرانی هر مدیر چمنی باشد. این موضوع به ویژه در مناطق خشک که منابع آبی کمی دارند، صدق می‌کند. حتی در نواحی مرطوب دارای آب فراوان همه تلاش‌ها باید به استفاده از این منبع مهم به موثرترین روش ممکن معطوف گردد (نیکبخت و همکاران، ۱۳۹۱). کم‌آبیاری یک راهکار بهینه برای به عمل آوردن محصولات تحت شرایط تنش آب است. هدف اصلی از ایجاد کم‌آبیاری، افزایش راندمان کاربرد آب، از طریق کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری‌هایی است که کمترین بازدهی را دارند (عابدی و همکاران، ۱۳۸۴). در مناطقی که آب کمی در اختیار است می‌توان یکی از راه‌های زیر را انتخاب کرد: سطح زیر کشت را کاهش داد و آب را در حد نیاز در اختیار گیاهان باقی‌مانده قرار داد و یا تمام سطح را زیر کشت برد ولی بخشی از نیاز آبی گیاهان را برآورده نمود. راهکار دوم مرتبط با کم‌آبیاری است. کم‌آبیاری قرن‌هاست که در کشور ایران به صورت سنتی توسط کشاورزان اعمال می‌گردد و شاید در سایر کشورهای خشک و نیمه‌خشک نیز به نحوی با آن آشنا هستند. اما این روش چنان تحولی را در اقتصاد آب در بخش کشاورزی به همراه

داشته و خواهد داشت که تبیین مفاهیم و تحقیق، پیرامون جنبه‌های علمی، عملی و کاربردی آن است (خیرابی وهمکاران، ۱۳۷۵).

۱-۶-۲- انتخاب گونه

چندین روش که برای عملیات مدیریتی کاهش مصرف آب مورد استفاده قرار می‌گیرد وجود دارد. یکی از روش‌های مدیریتی انتخاب گونه‌ها و ارقامی است که بهترین سازگاری را با شرایط اقلیمی منطقه دارد. در تحقیقی مشخص شده که ارقام رایج چمن "پوای معمولی" نسبت به ارقام اصلاح شده، سازگاری بهتری به شرایط بدون آبیاری در ناحیه سرد و مرطوب دارند. همچنین پژوهش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد بین واریته‌های یک گونه نیز تفاوت‌هایی در میزان تبخیر و تعرق وجود دارد (نیکبخت و همکاران، ۱۳۹۱).

۱-۶-۳- مواد شیمیایی

برخی از مواد شیمیایی وجود دارند که می‌توانند مصرف آب توسط گیاه را کاهش دهند، یکی از این مواد که در مدیریت چمن استفاده می‌شود تنظیم کننده‌های رشد گیاهی هستند. که توانایی کاهش مصرف آب توسط گیاه را دارند. برای مثال مشاهده شده که موادی مانند فلورپریمیدول و مفلویدید مصرف آب توسط "سنت آگوستین گراس" و "برموداگراس" را به اندازه ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش داده‌اند (نیکبخت و همکاران، ۱۳۹۱). مواد شیمیایی مختلف و هورمون‌های گیاهی اثر مهمی در مقاومت گیاه به تنش خشکی دارند. این ترکیبات به سه دسته تقسیم می‌شوند که به عنوان مکانیسم مقاومت گیاه به تنش شناخته می‌شوند (۱) تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، (۲) تنظیم کننده‌های اسمزی و (۳) ضد تعرق(مورگان، ۱۹۹۰)

۱-۶-۴- تنظیم کننده‌های رشد گیاهی

ترکیبات مصنوعی هستند که نحوه عمل آنها شبیه به هورمون‌های گیاهی طبیعی می‌باشد که ممکن است روی فرایند رشد گیاه، مورفولوژی و فعالیت‌های متابولیکی تاثیر بگذارند. در حالی که

ترکیبات زیادی برای مقاومت گیاه به تنش در گیاهان استفاده می‌شود در مدیریت چمن از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی استفاده شده است که باعث کاهش رشد گیاه می‌شوند (نیکبخت و همکاران، ۱۳۹۱). این مواد به عنوان کندکننده‌های رشد گیاهی معروف می‌باشند که معمولی‌ترین و مشهورترین کندکننده‌ها موادی هستند که از بیوسنتز جیبرلین جلوگیری می‌کنند که شامل (۱)ترکیبات آنیومی[۱]، (۲)پیریمیدین[۲]، (۳) تریازول‌ها و (۴)سایر ترکیبات که می‌توان به پروهگزادیوم[۳] و ترینگزاپک اتیل[۴] اشاره کرد. چمن‌های دارای سرعت رشد زیاد نیاز به مصرف آب بیشتر دارند که کاهش در رشد عمودی این گیاه بر میزان مصرف آب آن تاثیر می‌گذارد به طوری که "شرمن ۱۹۸۶" گزارش کرد که در رشد عمودی گیاه در ۲۰ رقم "کنتاکی بلوگراس[۵]" تفاوت چشم‌گیری وجود دارد که این بر روی میزان مصرف آب گیاه تاثیر می‌گذارد (امیری خواه، ۱۳۹۰). به طور کلی مواد تنظیم کننده رشد که در مدیریت چمن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱- تنظیم کننده‌های نوع اول: تنها از طریق برگ جذب می‌شوند و مانع تقسیم سلولی در مریستم‌های گیاهی هستند. این مواد هم از رشد جلوگیری می‌کنند و هم در کار قسمت‌های مختلف گیاه مانند گل‌آذین، برگ، ساقه، ریشه اختلال ایجاد می‌کنند. برخی از این تنظیم کننده‌ها اجازه می‌دهند تا گیاه خیلی آهسته رشد کند و برخی به کلی از رشد گیاه جلوگیری می کنند. مفلوئیدید، مالیک هیدرازاید و برخی علف کش‌ها در مقادیر کم شامل این گروه می‌شوند. این گروه از تنظیم کننده به صورت کاربرد در قبل از ظهور گل-آذین بازدارنده‌های خوبی خواهند بود. بازدارنگی رشد در حدود سه الی چهار روز پس از کاربرد روی می‌دهد و برای سه الی چهار هفته بر اساس دامنه استفاده می‌گردد. ۲- نوع دوم (بازدارنده های اسید جیبرلیک): فلورپریمیدول[۶] (کات لس)، پاکلوبوترازول[۷]، اتفون[۸] (پروکسی)، (تریمیت)، ترینگزاپک اتیل

[1] Onium
[2] Pyrimidine
[3] Prohexadione
[4] Trinexapac-ethyl
[5] Kentucky bluegrass
[6] Flurprimidol
[7] Paclobutrazol
[8] Ethephon

(پریمو)، و برخی از قارچ‌کش‌ها اثرات تنظیم کنندگی نوع دوم را دارند (شیخ محمدی، ۱۳۹۲).

۱-۶-۵- نحوه جذب، عمل و سایر فعالیت‌های بازدارنده‌های رشد

از عمومی‌ترین روش های کاربرد کندکننده ها محلول پاشی اندام هوایی و افزودن آنها به بستر کشت است. محلول پاشی اندام هوایی بیشتر از روش دیگر استفاده می‌شود. این روش برای گیاهان کوچک و بزرگ ترجیح داده می‌شود،زیرا با مقدار معینی از محلول می‌توان تعداد بیشتری از این گیاهان را محلول‌پاشی کرد. روش جدید دیگر خیساندن بذرها در محلول کندکننده رشد می‌باشد که البته پیامدهایی همچون کاهش جوانه زنی و یا تاخیر در رشد نشاءها را در بر دارد. جذب آنها نیز از طریق ریشه و برگ و ساقه ، به استثناء ترینگزاپک اتیل، که در برگ‌ها و طوقه جذب می‌شود. با کاهش تولید جیبرلیک اسید مانع طویل شدن سلول می‌شوند. تعداد و یا ارتفاع ساقه‌های گل دهنده را کاهش می‌دهند ولی به طور کامل مانع تولید ساقه گل دهنده نمی‌شوند(فرهمند، ۱۳۹۰). از تنظیم کنندهای رشد گیاهی که در مدیریت چمن استفاده می‌شوند می‌توان به اتفون، فلورپرومیدول، مالئیک هیدرازید، مفلوئیدید، پاکلوبوترازول و ترینگزاپک اتیل اشاره کرد (امیری خواه،۱۳۹۰).یک طبقه‌بندی جدید برای تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در صنعت چمن ترسیم شده است. در این سیستم تنظیم کننده‌ها به کلاس‌های A، B، C، D تقسیم بندی می‌شوند(فرهمند، ۱۳۹۰). تنظیم کننده‌های موجود در کلاس A موادی هستند که در مراحل پایانی بیوسنتز جیبرلین دخالت کرده و از تولید آن ممانعت می‌کنند. در حال حاظر تنظیم کننده ترینگزاپک اتیل تنها تنظیم کننده موجود در این کلاس است. کلاس B شامل تنظیم کننده‌هایی است که در مراحل اولیه ی بیوسنتز جیبرلین اختلال ایجاد می‌کند. فلورپریمیدول و پاکلوبوترازول در این دسته قرار دارند. کلاس C شامل موادی است که از تقسیم میتوز جلوگیری می‌کنند. مانند مالئیک هیدرازاید و مفلوئیدید، بالاخره مواد موجود در گروه D شامل تنظیم کننده‌هایی هستند که در مقادیر کم به عنوان تنظیم‌کننده‌ی رشد عمل می‌کنند و در مقادیر بالا نقش علف‌کشی دارند. کلرسولفورون و گلیفوزیت جزو این دسته محسوب می‌شوند. این سیستم

طبقه بندی هنوز در حال توسعه بوده و ممکن است در آینده شامل تغییراتی بشود (شـیخ محمـدی، ۱۳۹۲).

۱-۶-۶- پاکلوبوترازول

پاکلوبوترازول از تنظیم‌کننده‌های رشد گیـاهی و متعلـق بـه گـروه آزول‌هـا مـی‌باشـد (آلیـانی و همکاران،۱۳۹۲). این ماده باعث ایجاد مقاومت به خشکی، شوری، سرما، گرما، آلودگی هـوا و شـرایط غرقابی می‌شـود (بیـات و همکـاران، ۱۳۸۹، رضـوی زاده و عمـوبیگی،۱۳۹۲ و ردمکـر، ۱۹۹۵) و اثـر مقاومت به خشکی خود را با کاهش تعرق، ارتفاع (رضوی زاده و عمـوبیگی ،۱۳۹۲، نیشـیزاوا،۱۹۹۳ و بیات و همکاران، ۱۳۸۹)، ماده خشک، سطح برگ (نیشیزاوا، ۱۹۹۳، رضوی زاده و عموبیگی،۱۳۹۲)، و افزایش رشد ریشه (بیات و همکاران،۱۳۸۹ و فلتکر و هوفسترا،۱۹۹۸) و افزایش مقاومـت روزنـه‌ای اعمـال مـی‌کنـد (نیشـیزاوا، ۱۹۹۳، رضـوی زاده و عمـوبیگی،۱۳۹۲). روشـهای معمـول کـاربرد آن محلول‌پاشی و کاربرد خاکی است (شاکری و همکاران،۱۳۸۸ و آلیانی و همکاران،۱۳۹۲). تحقیقی که توسط آلیانی و همکاران (۱۳۹۲) در کرج به منظور بررسی اثـر پـاکلوبوترازول بـر ویژگـی‌هـای گیـاه اسـطوخودوس تحـت شـرایط خشـکی انجـام شـد، نشـان داد کـه مـی‌تـوان بـا بـه‌کـارگیری پاکلوبوترازول۲۵۰میلی‌گرم در لیتر در ترکیب با خاک، از هدررفت آب جلوگیری کرده و آن را بهتـر و بیشتر در دسترس گیاه قرار داد. تیمار دانهال‌های هلو با پاکلوبوترازول در شرایط گلخانه نیز وزن تـر و خشک و همچنین میزان آب مصرفی را کاهش داد (ارزانی،۲۰۰۴ و آلیانی و همکاران ،۱۳۹۲).

فرمول پاکلوبوترازول در زیر آورده شده است:

(αR,βR)-rel-β-[(4-chlorophenyl)methyl]-α-(1,1-dimethylethyl)-1H1,2,4-triazole-1-) ethanol

پاکلوبوترازول شامل دو آنانتیومر (R2، R3) و(S3،S2) می‌باشد که بـه نظـر مـی‌رسـد آنـانتیومر (S3،S2) مسئول تنظیم‌کنندگی رشد گیاهی پـاکلوبوترازول باشـد درحـالی کـه آنـانیتومر (R2، R3) مسئول فعالیت قارچ‌کشی است. ترکیبات تریـازولی رشـد گیـاه را از طریـق ممانعـت از اکسیداسـیون

میکروزومی کائورن، کائورنول و کائورنال، کـه بـه وسـیله کـائورن اکسـیداز و یـک سـیتوکروم p-450 اکسیداز کاتالیز می‌گردد، کاهش می‌دهند. علاوه بر توقف بیوسـنتز جیبـرلین، ترکیبـات تریـازولی، از بیوسنتز استرول نیز جلوگیری کرده، مقدار ABA ، اتیلن و اسیداینـدول ۳- استیک را کاهش می‌دهد. گیاهان تیمار شده با تریازولها، در برابر تنش‌های غیر زیستی ناشی از آب و دی اکسید سولفور مقاومت می‌کنند. توانایی ترکیبات تریازولی جهت تحریک مقاومت به تنش غیرزیستی احتمالا ناشی از افزایش محتوای آنتی اکسیدان‌ها یا فعالیت آنها در گیاهان تیمار شـده اسـت. ترکیبـات تریـازولی در کـاهش تراکم جمعیت حشرات نیز نقش دارند، با این حال، نحوه عمل آنها مشخص نیست (آرتکا،۱۹۵۰).

پاکلوبوترازول با نام‌های تجاری پیکولو، پاکزول، بونزای، داون سایز و ... موجود است کـه هرکـدام دستور و روش مصرف خاصی دارند و در انواع گیاهان وگل‌های چوبی نیمه علفی و علفی و گلخانه ای فضای سبز و... مورد استفاده قرار می‌گیرند و استفاده طولانی از آن مـی‌توانـد موجـب انتخـابی عمـل کردن در چمن‌های بذری مخلوط روی جنس‌های متفاوت شود و مدت دوره اثرگذاری بسـتگی بـه دز مصرف و نوع ماده تجاری پاکلوبوترازول دارد ولی مدت تأثیر آن متوسـط بـین ۱۰-۱۴ روز اسـت کـه نهایتا تا ۴-۸ هفته فعال است و به استفاده مجدد در۳-۶ هفته بعد توصیه شده اسـت. زمـان اسـتفاده بسته به نوع ماده از اوایل بهار تا قبل از سـرمازدگی در چمـن‌هـای سـرد اعـلان شـده اسـت و تـأثیر پاکلوبوترازول در گونه‌های مختلف چمن‌ها متفاوت است به طوری که در پاکلوبوترازول 2sc بیشـترین تأثیر را در جنس آگوستین گراس کولتیـوار بیتربلـو و کمتـرین تـأثیر را در فلوراتـام داشـته اسـت و همچنین ممکن است در برخی گونه‌های درختی نیز ممکن است ریشه‌دهـی و یـا گلـدهی را افـزایش دهد (پیرسون، ۲۰)

فصل دوم

مروری بر پژوهش‌های پیشین

۲-۱- مروری بر تحقیقات انجام شده با پاکلوبوترازول و دیگر کندکننده‌های رشد در چمن و دیگر گیاهان

اطلاع از نیازهای آبی گونه‌های مختلف چمن برای شناخت چمن‌هایی که نسبت به کم آبی مقاوم‌اند و همچنین برای بهبود در مدیریت آبیاری مهم است، نتایج حاصله حاکی ازآن است که مصرف آب بر اساس گونه، رژیم آبیاری و شرایط آب و هوایی متفاوت می‌باشد. در آزمایشی که روی مقاومت به خشکی هشت ژنوتیپ *"Poa pratensis"* انجام گرفت نشان داده شد که کیفیت چمن در هر هشت رقم کاهش یافت، به طوری که سرعت تجمع ABA در طول تنش باعث کاهش محتوای آب نسبی، پتانسیل برگ، کاهش هدایت روزنه‌ای و کاهش تبخیر و تعرق گردید ولی نشت یونی افزایش یافت (تورگون، ۱۹۹۱). گونه‌های "زویسیا" و "سینودون" مورد تنش خشکی قرار گرفتند نتایج حاکی از آن بود که ژنوتیپ‌های گونه "زویسیا" نسبت به "سینودون" مقاومت کمتری به تنش‌های خشکی داشتند که علت آن سیستم ریشه محدود آن است (بیرد و همکاران،۱۹۹۷). "فو" و "هوانگ" (۲۰۰۱) در این ارتباط مقاومت به خشکی دو گونه چمن فصل سرد، چمن "آبی" و "تال فسکیو" را تحت سه رژیم رطوبتی خاک شامل آبیاری کامل، خشکی سطحی و خشکی کامل بررسی کردند. تحت شرایط خشکی کامل مقدار آب نسبی (RWC)، محتوای کلروفیل و وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت اما فعالیت سوپراکسیددیسموتاز (SOD) و پراکسیداز (POD) ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا کرد. کاتالاز (CAT) نیز برای ۲۵ روز ثابت ماند و سپس کاهش یافت. نتایج نشان داد هر دو چمن توانایی بقاء تحت خشکی سطحی را دارند که این ظرفیت می‌تواند مربوط به افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها به خصوص SOD و CAT باشد. "جیانگ" و "هوانگ" (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای روی "تال فسکیو" و چمن آبی" دریافتند، تنش خشکی سبب کاهش کیفیت، مقدار آب نسبی برگ و افزایش نشت الکترولیتی در گونه‌های مذکور می‌شود که شدت کاهش در طول مدت تنش متفاوت است. در آزمایشی دیگر تنش خشکی در سه چمن گرمسیری "مانیلاگراس"، "تیف‌دوارف" و "کارپت‌گراس" مورد مطالعه قرار گرفت، شرایط آزمایش برای هر سه گونه ۱۵ روز بدون آبیاری بود. نتایج حاکی از آن شد که تنش

خشکی باعث کاهش مقدار نسبی آب برگ می‌شود، اما باعث افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز(SOD)، اکسیژن فعال یا پراکسید فعال(POD) می‌گردد و همچنین افزایش در مقدار پرولین و کل مواد جامد محلول نیز دیده شد که این افزایش در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود، بیشترین مقاومت به تنش خشکی را "تیف‌دوارف"، "کارپت‌گراس" وکمترین مقاومت به خشکی را "مانیلا-گراس" دارا بودند (مالیک و همکاران، ۱۹۸۰). پاند و سینک (۱۹۸۱) اعلام کردند که با کاهش رطوبت قابل دسترس در محیط ریشه فتوسنتز در گیاهان کاهش یافته و در این شرایط خصوصا در گیاهان حساس، رشد ریشه متوقف می‌گردد. سلاح ورزی و همکاران (۱۳۸۸) نیز با تحقیق روی گونه‌های بومی چمن گزارش کردند که تحت شرایط نقصان رطوبت خاک، وزن خشک ریشه کاهش می‌یابد. در واقع کمبود آب، تولید و رشد را در گیاهان تحت تأثیر قرار داده و بیش از هر فاکتور محیطی دیگری می‌تواند در این زمینه موثر باشد (بلوم و همکاران،۱۹۸۶. کرامر،۱۹۸۳). همچنین هوآنگ و فا (۲۰۰۱) اندازه‌گیری درجات مختلف نشت الکترولیت را یک شاخص خوب از شدت تنش در گراس‌ها دانستند. رنسبورگ و کروگر(۱۹۹۴)، ژاگ تاپ و همکاران (۱۹۹۸) و کی پاریسیس (۱۹۹۵) بر این عقیده‌اند که محتوای کلروفیل در گیاهان زنده یک فاکتور مهم برای تعیین ظرفیت فتوسنتزی می‌باشد. از طرف دیگر مواد کاهنده رشد، همچون PAC با کاهش توسعه بخش هوایی و کاهش تعرق از سطح پوشش گیاهی می‌توانند به عنوان ابزار مدیریتی مناسبی جهت نگهداری چمن در شرایط کمبودآب محسوب شوند (گوپی و همکاران، ۲۰۰۹). کند کننده‌های رشد انواع جدیدی از مواد آلی شیمیایی هستند که باعث افزایش دوره گلدهی، افزایش میزان کلروفیل، افزایش مقاومت به خشکی، سرما، گرما و آلودگی‌های هوا، افزایش تعداد انشعاب، افزایش تعداد گل و کاهش رشد رویشی می‌شوند. این مواد تقسیم سلولی و طویل شدن سلول در بافت‌های هوایی گیاه را کند کرده و ارتفاع گیاه را کنترل می‌کنند در مطالعات گذشته، سایکوسل در جعفری باعث افزایش دوره گلدهی گردید، همچنین در ختمی چینی و در شمعدانی کلروفیل برگ‌ها را افزایش داد و در داوودی، زنبق سیاه و شمعدانی ارتفاع را کاهش داد (ال خاساونه، ۲۰۰۶). پاکلوبوترازول نیز در

فیکوس بنجامین، شمعدانی و آهار باعث کاهش رشد گردید (سایرام و همکاران، ۲۰۰۲. شاوون و همکاران، ۲۰۰۳). در مطالعه‌ای تیمار گیاهان با TE (ترینگزاپک اتیل) باعث افزایش در رنگ و کاهش ارتفاع گیاه شد این کاهش ناشی از افزایش در غلظت سلول‌های مزوفیل و کلروفیل بود به هر حال تحت تنش‌های محیطی همچون سرما، گرما، سایه، و خشکی بازدارنده‌های تولید جیبرلین همچون TE، آنسیمیدول و پاکلوبوترازول باعث رشد بهتر در گونه‌های مختلف گیاهان می‌شود. این بازدارنده‌ها نه فقط باعث کنترل رشد گیاه از طریق جلوگیری از سنتز جیبرلین می‌شوند بلکه باعث تسریع در مقاومت به تنش‌های غیر زنده نیز می‌گردند (اروین وهمکاران،۲۰۰۱؛ هکمن و همکاران، ۲۰۰۵، جیانگ و همکاران، ۱۹۹۸).

عباسیه و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر پاکلوبوترازول بر برخی از خصوصیات ظاهری چمن چاوداری درچند غلظت و چهار مرحله به صورت اسپری، اعلان داشتندکه تیمار پاکلوبوترازول فقط در صفات مورد اندازه‌گیری ارتفاع، پنجه‌زنی و رنگ معنی‌دار است و بر پهنای برگ تأثیری ندارد. در تحقیق دیگری که اعلامی و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی پاکلوبوترازول و دور آبیاری بر خصوصیات رشد چچم در مشهد بصورت بذرمال انجام دادند، اعلام کردند کرت‌هایی که با پاکلوبوترازول تیمار شده بودند نسبت به شاهد در صفات تراکم، وزن سرزنی و وزن خشک ریشه افزایش داشتند و در صفات نشت الکترولیت، کلروفیل و محتوی نسبی آب برگ معنی دار نشدند. همچنین رزمجو و همکاران (۱۹۸۹) مطابق با همین نتایج اعلام کردند کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت مناسب، سبب بهبود تراکم چمن‌های فصل سرد می‌شود در حالی که غلظت‌های بالای آن می‌تواند تراکم چمن را کاهش دهد و در پژوهش علمی که توسط مطلوبی برای تأثیر پاکلوبوترازول برروی دو گیاه چمنی پوآ و فستوکا در چهار مرتبه کاربرد و بصورت اسپری انجام شد اظهار داشتند که صفات ارتفاع، عملکرد، طول وعرض برگ کاهش و صفات تراکم و کلروفیل برگ افزایش پیدا کرد (مطلوبی وهمکاران، ۱۳۹۱). شاهرخی و همکاران (۲۰۱۰) در تأثیر پاکلوبوترازول بذر مال در دو جنس فستوکا و لولیوم اعلام کردند که ارتفاع و کیفیت بصری گونه فستوکا در غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول

معنی‌دار شد و ارتفاع کاهش پیدا کرد ولی اثر متقابل تیمار و رقم، ارتفاع تا سی روز در رقم لولیوم تیمارشده با شاهد، اثر متقابل رقم و تیمار در وزن خشک و همچنین کیفیت بصری غلظت‌های پایین با شاهد، عرض برگ در گونه لولیوم، و در نهایت تفاوت بین غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بجز در صفت کیفیت بصری معنی دار نشد.

۲-۲- مشکلات مصرف آفت کش‌ها، علف کش‌ها، قارچ کش‌ها و... در محیط زیست

۲-۲-۱- فناوری نانوکپسوله شدن در حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها

در کشاورزی با رشد مکانیزاسیون و تولید صنعتی، مصرف قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها آلودگی‌های زیادی ایجاد کرد و اکنون محققان سعی در کاهش آن دارند. در این راستا فناوری‌های نانو می‌تواند راه‌کار مناسبی باشد طوری که می‌توان با بکارگیری این فناوری، سم‌ها، قارچ کش‌ها، حشره‌کش‌ها، و علف‌کش‌های قوی‌تر و سازگار با محیط زیست ساخت. به عنوان مثال در این زمینه شرکت Monsanto مدت‌ها استفاده از نانو کپسول‌ها را برای علف‌کش مخلوط خود بررسی کرد. رهایش تاخیری نانوکپسول‌ها و نانو ذرات همانند بخش بهداشت، مورد مصرف در بخش کشاورزی است (احمدی، ۱۳۸۶). از تحقیقات صورت گرفته در این زمینه در ایران می‌توان به پژوهش نگهبان (۱۳۹۲) اشاره کرد که خواص حشره‌کش نانوکپسول اسانس و میکروامولسیون‌های عصاره گیاهان درمنه و زیره سبز را روی برخی از حشرات انباری و زراعی برای بالا بردن کارایی حشره‌کش مورد بررسی قرار دادند. صفری و همکاران (۲۰۱۵) نانو و میکروکپسول‌های اسید چرب غیراشباع را در میکروارگانیسم‌ها و ترکیب شیری بز بررسی کردند. متقی (۱۳۹۰) تأثیر محلول‌پاشی ذرات نانو و میکروآهن را بر کیفیت بذر لوبیا چیتی بررسی کرد.

۲-۲-۲- نانوکپسول

نانو کپسول‌ها در حفظ و پایداری فرمولاسیون امولسیفایرهای متنوع و عوامل سوسپانسیون کننده کاربرد دارند. این نانوکپسول‌ها می‌توانند به صورت پودرهای خشک و یا به صورت گرد استفاده شوند. کپسوله کردن به عنوان فرایند پوشش‌دهی یک ترکیب فعال است، مانند مولکول‌ها، ذرات جامد و یا گلبول‌های مایع حاوی مواد مختلف، در نتیجه اجزایی در اندازه نانو کپسول حاصل می‌شود. محصول حاصل از این تکنولوژی به صورت نانو ذرات، نانو کره‌ها و نانوکپسول‌ها شناخته می‌شوند. با توجه به سیستم‌های ویژه و با توجه به مورفولوژی و ساختار داخلی در تمام آن‌ها کمتر از یک میکرومتر هستند (رمونان و همکاران، ۱۹۹۷). در عمل، بسیاری از این اجزاء کروی نمی‌باشند هر چند همچنان به عنوان نانوکپسول یا (نانو کره) بسته به اندازه و ترکیبات‌شان مورد ملاحظه هستند. بنابراین لفظ نانو ذره به طور عمومی چه شکل نامنظم و چه شکل کروی داشته باشند استفاده می‌شود. نانو کره ذراتی که کروی و در بعد نانومتری (نانو متر ۱۰۰-۱) هستند.

نانوکره مشابه به نانوکپسول است اما نانوکپسول‌ها شامل یک یا بیشتر مواد فعال هسته و یک ماتریکس محافظت کننده (دیواره یا پوشش) می‌باشند. ماتریکس یا لایه محافظت کننده معمولا یک پلیمر آلی است که می‌تواند یک پلیمر غیر آلی (معدنی) و یا حتی فلز باشد. مواد فعال جامد یا مایع و یا حتی گاز می‌باشند. مواد فعال ممکن است به صورت یک هسته مرکزی که توسط یک پلیمر داخلی احاطه شده (نوع نانوکپسول) تک هسته یا ذرات ریز پراکنده در ماتریکس پلیمر (نوع نانوکپسول یکپارچه) بوده و یا ممکن است یک مورفولوژی حد واسط داشته باشد (نانو کپسول چند هسته) (ارشادی، ۱۹۹۹a، ارشادی، ۱۹۹۹ b، چیر، ۱۹۹۹).

تشکیل آفت‌کش‌های آنیونی اخیرا طراحی شده است که شامل کپسوله کردن گودال ها (حفرات) توسط کاتیون‌های الکیل آمونیوم همراه با زنجیره‌های بلند قلیایی می‌باشند. حفرات حاوی آفت کش‌ها اجازهٔ جذب مولکول‌ها را می‌دهند و یک فرایند حد واسط بر هم کنش الکتروستاتیک پیش می‌رود (آندوبیتا،۲۰۰۳.، آندوبیتا،۲۰۰۴).

۲-۲-۲-۱- تکنیک‌های تهیه نانوکپسول

روش‌هایی که برای نانوکپسول کردن به کار می‌رود (ونجر، ۱۹۸۳، کی رکوتمر)

- پلیمریزاسیون مرحله‌ای
- پلیمریزاسیون امولسیونی
- کپسوله کردن مذاب
- پلیمریزاسیون بین لایه ای
- اسپری سرد
- اسپری خشک و غیره

۲-۲-۲-۲- فاکتورهای موثر روی انعقاد امولسیون

۱) طبیعت فیزیکی سطح تماس فیلم تشکیل شده:

قدرت مکانیکی سطح تماس فیلم فاکتور مهمی در تعیین پایداری امولسیون است. برای بالاترین پایداری مکانیکی، استفاده از مخلوطی از دو یا چند امولسیفایر توصیه می‌شود. به کاربردن همزمان یک امولسی‌فایر قابل حل در روغن و یک امولسیفایر قابل حل در آب برای بیشتر واکنش‌ها مناسب است.

۲) وجود بار الکتریکی روی قطرات:

این مسئله برای امولسیون‌های آب/ روغن یک فاکتور محسوب می‌شود. منبع بار الکتریکی (ساکن) روی قطرات پراکنش یافته، جذب لایه امولسیفایر توسط گروه‌های هیدروفیل انتهایی جهت یافته به طرف فازآبی است. در امولسیون‌های پایدار شده توسط امولسیفایرهای غیریونی بار روی فاز پراکنش یافته، ناشی از جذب یون‌ها از فاز آبی یا از تماس جزیی بین قطرات و فاز آبی می‌باشد.

۳) ویسکوزیته:

هر افزایشی در ویسکوزیته فاز پیوسته، ضریب نفوذ قطرات را کاهش می‌دهد زیرا ضریب نفوذ با

ویسکوزیته نسبت عکس دارد. هر کاهشی در ثابت نفوذ، تکرار برخورد ذرات و سرعت انعقـاد آن‌هـا را کاهش می‌دهـد و ایـن دلیلـی بـر ایـن اسـت کـه امولسـیون‌هـای بـا ویسـکوزیته بـالاتر، پایـدارتر از امولسیون‌های رقیق می‌باشند.

۴) توزیع اندازه قطرات (ذرات):

یک فاکتور مهم در انعقاد (ذرات) توزیع اندازهٔ آن‌ها می‌باشد. پایدارترین امولسـیون آن اسـت کـه کوچکترین توزیع اندازه را داشته باشد. ذرات بزرگ دارای سطح موثر بر واحد حجم کوچک‌تری نسبت به ذرات کوچک‌تر هستند. دراملسیون‌ها اگـر ذرات کوچـک زیـاد شـود امولسـیون مـی‌شـکند. یـک امولسیون با توزیع اندازه ذرات یکنواخت بسـیار پایـدارتر از یـک امولسـیون بـا انـدازه متوسـط ذرات کوچک‌تر ولی توزیع اندازه ذرات پهن‌تر می‌باشد.

۵)نسبت حجمی فازها

اگر حجم فاز پراکنش یافته در ماکرو امولسیون افزایش یابد باعث افزایش ناپایداری سیستم مـی-گردد. این مسئله اساسا برای انواع سیستم‌ها موجب ناپایداری نسبی می‌گردد.

۶) درجه حرارت

تغییر درجه حرارت باعث تغییر در کشش سطحی می‌گردد. همچنین موجب تغییر در طبیعـت و ویسکوزیته فیلم, در نسبت حلالیت امولسیفایر در دو فاز، در فشار بخار, در ویسکوزیته فاز مـایع و در اغتشاش حرارتی ذرات پراکنش یافته می‌گردد. بنابراین تغییر درجه حرارت موجـب تغییـر ناپایـداری امولسیون می‌گردد.

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- مکان و زمان اجرای آزمایش

این تحقیق شامل سه مرحله بود:

مرحله اول بدست آوردن فرمول نانوکپسول با مواد صنعتی و تولید نانوکپسول با پاکلوبوترازول بود که در این راستا ساخت دستگاه هموژنایزر در آزمایشگاه شیمی پلیمر و کارگاه‌های صنعتی ابزار دقیق در مدت نه ماه انجام گرفت.

مرحله دوم کاشت چمن‌های جنس‌های متفاوت بود. کاشت در زمینی به مساحت ۶۰ مترمربع در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، طی سال‌های ۹۵-۹۶ انجام شد. تهیه زمین و آماده سازی بستر کشت در بهار و کشت در اوایل تابستان انجام شد. تا دوره استقرار تحت شرایط آبیاری کامل صورت گرفت و نهایت محلول پاشی‌ها در دو مرحله انجام شدکه همراه با اعمال قطع آبیاری بود.

در مرحله سوم داده‌برداری صفات کیفی (NTEP) و نمونه‌برداری از مزرعه انجام و بقیه آزمایشات در آزمایشگاه باغبانی انجام گرفت.

۳-۲- مواد گیاهی

در این پژوهش از سه جنس متفاوت چمن شامل *Festuca rubra*، *Poa pratennsis* و *Lolium perenne* استفاده شد.

۳-۳-مواد شیمیایی

۱. پاکلوبوترازول تهیه شده با نام تجاری بونزی مایع محصول انگلستان فرموله شده در آمریکا بود که به سه طریق اسپری و تزریق در خاک و بذرمال و روکش پیاز بکار می‌رود.
۲. اوره (کاربامید) تجاری، ساخت پتروشیمی ایران، با جرم مولکولی 60/07 gr/mole
۳. فرمالین 37٪ تجاری، ساخت پتروشیمی ایران، با جرم مولکولی 30/02 gr/mole

۴. اسید سولفوریک ساخت شرکت Merck با جرم مولکولیgr/mole 98/08

۵. توییین 80 ساخت شرکت Flucka با جرم مولکولی 1313 gr/mole

۶. هیدروکسید سدیم ساخت شرکت Merck با جرم مولکولی 39/99 gr/mole

۷. روغن کرچک تجاری، ساخت پتروشیمی ایران

۸. سیکلوهگزان ساخت شرکت Merck با جرم مولکولی 58/08

۳-۴- بررسی جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شهر شاهرود در حاشیه شمالی دشت کویر و در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه البرز با موقعیت جغرافیایی ۲۵ دقیقه و ۳۶ درجه عرضی و ۵۸ دقیقه و ۵۴ درجه طولی با ارتفاعی معادل ۱۳۸۰ متر از سطح دریا در شمال خاوری واقع شده است.

۳-۵- خصوصیات خاک

به منظور آزمایش خاک، نمونه برداری از خاک مورد استفاده برای چمن‌کاری در محل تحقیق انجام و به آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی، منتقل شد و خصوصیات خاک در جدول ذیل ارائه گردیده است:

جدول۳-۱: مشخصات خاک زمین چمن کشت شده

بافت	شن	سیلت	رس
شن رسی لومی	۵۰.۹۶	۲۴.۱۶	۲۴.۸۸

۳-۶- میزان بذر مصرفی

به منظور ایجاد شرایط یکنواخت، میزان بذر مصرفی برای هر یک از چمن‌ها با توجه به وزن هزار دانه و میزان خلوص بذور و درصد جوانه زنی محاسبه و کشت گردید.

۳-۷- طرح آزمایشی

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل چمن در سه سطح و تیمار پاکلوبوترازول در پنج سطح و ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل موارد زیر است:

جدول۳-۲:تیمار های مورد استفاده در آزمایش

شاهد سطح صفر	B1	Lolium perenne	A1
پاکلوبوترازول ماکرو ۵ قسمت در میلیون	B2	Festuca rubra	A2
پاکلوبوترازول ماکرو ۱۵ قسمت در میلیون	B3	Poa pratennsis	A3
پاکلوبوترازول نانو ۵ قسمت در میلیون	B4		
پاکلوبوترازول نانو ۱۵ قسمت در میلیون	B5		

۳-۸- آماده سازی خاک و بستر کشت

با توجه به اهمیت فوق العاده بستر کشت در کیفیت چمن مراحل آماده‌سازی و تهیه بستر با دقت انجام گرفت. تغذیه بستر با کودهای دامی پوسیده استفاده گردید. با رعایت شیب‌بندی و تسطیح زمین و غلطک‌زنی زمین به کرت‌های ۳.۳۰×۱.۲ مترمربع تقسیم بندی شد وبه منظور تثبیت و جوانه‌زنی بهتر بذور چمن، یک لایه مالچ کود پوسیده الک شده نرم حیوانی روی بسترهای کشت قرار داده شد. در طول رویش و جوانه زنی و استقرار به دلیل ضعف چمن و عدم رشد مناسب برای انجام تیمار در دوگونه فستوکا و پوآ به طریق مکانیکی و شیمیایی با علف کش 2,4-D با علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ زمین مبارزه شد و یک مرحله از کود کامل استفاده گردید.

۳-۹- تعداد دفعات چمن‌زنی برای هر جنس چمن

با توجه به میزان تفاوت رشدی بسیار زیاد در بین سه جنس چمن با توجه به تاریخ کشت یکسان در صورت لزوم سرزنی انجام گرفت.

جدول۳-۳:جدول تعداد دفعات سر زنی از اول کاشت هر چمن تا شروع تیمار

جنس چمن	دفعات سرزنی
Lolium perenne	۲
Festuca rubra	۱
Poa pratennsis	۰

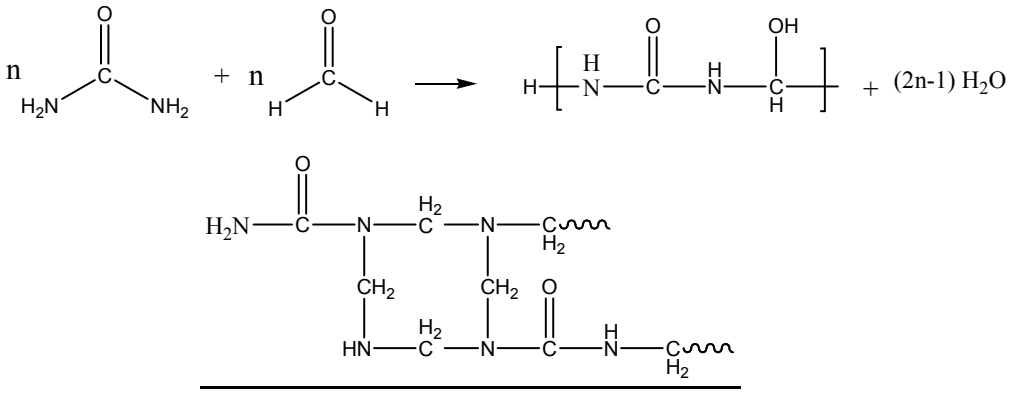
۳-۱۰- نحوه آبیاری و اعمال تنش در طول آزمایش

در شروع آزمایش با توجه به نیاز بالای چمن به مراقبت بویژه آبیاری، به منظور جوانه‌زنی یکنواخت و استقرار بهتر، آبیاری بارانی دو الی سه مرتبه در روز انجام شد. پس از جوانه‌زنی طی ۲ ماه بعد آبیاری به صورت کامل انجام شد وپس از آن برای اعمال تیمارها، آبیاری به طور کامل قطع شد.

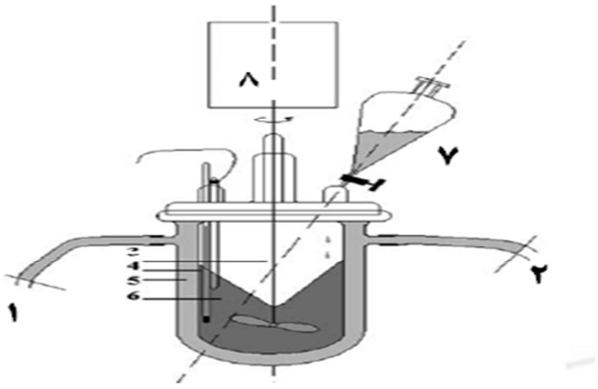
۳-۱۱- سنتز نانوکپسول پاکلوبوترازول

ابتدا ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر را با ۱۰ گرم اوره و ۲۴ گرم فرمالدیید ۳۷٪ به راکتور سه دهانه مجهز به همزن مکانیکی منتقل شد. در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد و با سرعت 200 rpm، مواد با هم مخلوط شد و بعد از یک ساعت محلول پیش پلیمر اوره فرمالدیید به دست آمد. 2/0 (w/v) محلول امولسیفایر به محلول پیش پلیمر اضافه شد. سپس پاکلوبوترازول به مقدار مصرف در تیمارها با دز تعیین شده با ۲۲ گرم روغن کرچک به مدت نیم ساعت با همزن مکانیکی مخلوط شد و محلول به داخل قیف دکانتور منتقل شده و به آرامی به راکتور اضافه شد. در این هنگام توسط اسید سولفوریک ۵٪ ، pH محلول داخل راکتور به ۳ رسانده شد و بعد به مدت ۵ ساعت در راکتور با سرعت (۱۳۰۰۰ تا ۲۴۰۰۰rpm) هم‌زده شد. محلول توسط سود خنثی شد. محلول باقی مانده شامل نانوکپسول پاکلوبوترازول بود.

(پیش پلیمر)



(نانو کپسول)



تصویر ۳-۴: راکتور سه دهانه (۱) و (۲) ورودی لوله¬های سرد و گرم کننده، (۳)همزن،(۴) دماسنج و pHمتر، (۵) فلاکس سه دهانه، (۶) فاز پیوسته،(۷)دکانتور ،(۸) همزن مکانیکی

۳-۱۲- تست SEM

روش اساسی برای اندازه‌گیری بسیار کوچک مشاهده مستقیم توسط میکروسکوپ نوری یا الکترونی است. این روش‌ها کلیه اطلاعات مربوط به اندازه ذره و توزیع آن را در اختیار می‌گذارند و نتایج حاصل ازآن‌ها برای کالیبراسیون دستگاه‌های دیگر استفاده می‌شود. در این تحقیق از روش میکروسکوپ الکترونی باتکنیک(Microscopy Scaning Electron) SEM استفاده گردید. در این روش الکترون‌ها از یک منبع ولتاژ بالا در آند بوجود می‌آیند و با شدت کنترل شده‌ای بر سطحی که نمونه روی آن قرار دارد تابیده می‌شوند سپس الکترون‌های برگشتی از روی این سطح توسط یک

آشکار ساز الکترون مشخص گردیده و یک دستگاه فوتومولتی پلایر آنرا به یک صفحه تصویر کامپیوتری منتقل می‌کند. در این تحقیق برای تهیه نمونه ابتدا نانوکپسول پاکلوبوترازول را پنج بار با هگزان شسته و بعد سانتریفوژ شد، بعد آن را بسیار رقیق کرده و یک قطره محلول حاوی کپسول رقیق شده را روی نگهدارنده میکروسکوپ ریخته و مدت ۲۴ ساعت در درجه حرارت محیط قرار داده شد تا خشک شود، بدین صورت در اثر رقیق کردن با آب مقطر، ذرات کافی از هم جدا شده و در هنگام خشک شدن به یکدیگر نمی‌چسبیدند سپس نگهدارنده خشک شده را با یک ورقه نازک طلا پوشانده و در محل نمونه دستگاه میکروسکوپ الکترونی قرار داده شد. تصویر بدست آمده از میکروسکوپ الکترونی توسط یک دوربین عکس‌برداری ثبت شد و از عکس‌های بدست آمده تصاویر اسلاید تهیه گردید به کمک اسلایدها تعداد ذرات و متوسط عددی اندازه ذرات بدست آمد.

۳-۱۳- اندازه‌گیری صفات

۳-۱۳-۱- اندازه‌گیری صفات کیفی NTEP

صفات کیفی بر مبنای NTEP و با استفاده از ارزیابی بصری که از چهار ارزیاب با تجربه از دو جنسیت زن و مرد در طول آزمایش استفاده شد، اندازه‌گیری شد. شاخص بصری عددی بین ۱ تا ۹ است برای ضعیف‌ترین یا کمترین کیفیت ۱ و برای بهترین یا بیشترین کیفیت عدد ۹ انتخاب شده و اعداد ۶ به بالا اعداد قابل قبول می‌باشند (موریس و شرمن، ۲۰۰۰).

۳-۱۳-۱-۱- رنگ ژنتیکی

منظور از رنگ ژنتیکی چمن، رنگ مرتبط با ژنوتیپ آن است که عدد۹ مربوط به رنگ سبز تیره و ۱ نشانگر سبز مایل به زرد می‌باشد. رنگ ژنتیکی در زمانی که چمن از نظر رشدی فعال است و تحت هیچ یک از تنش‌های محیطی قرار ندارد، اندازه‌گیری می‌شود. کلروز و قهوه‌ای شدن حاصله از نکروز مربوط به رنگ ژنتیکی نمی‌باشد.

۳-۱۳-۱-۲- بافت

بر مبنای اندازه‌گیری پهنای برگ سنجیده می‌شود و عدد ۹ نشانگر بافت ظریف چمن و ۱ نشانگر بافت درشت می‌باشد.

۳-۱۳-۱-۳- یکنواختی

چمن با کیفیت بالا باید ظاهری یکنواخت داشته باشد، وجود مناطق عاری از چمن، وجود علف هرز، صدمه ناشی از بیماری‌ها و رشد ناهماهنگ باعث کاهش یکنواختی می‌گردد (حقیقی، ۱۳۸۳). در ارزیابی بصری عدد ۱ برای کمترین یکنواختی و عدد ۹ برای بیشترین میزان یکنواختی به کار برده شد.

۳-۱۳-۱-۴- میزان تحمل به پاخوری (قابلیت ارتجاع)

عبارت است از ویژگی برگشت‌پذیری به حالت اولیه پس از رفع نیروی وارده به آن. این عامل در چمن‌های ورزشی اهمیت فوق العاده‌ای دارد. این ویژگی با یخبندان کاهش یافته اما مجددا با افزایش دما افزایش می‌یابد (فلاحیان، ۱۳۸۰). و بر مبنای مدت زمان برگشت چمن به حالت اولیه پس از حذف نیروی وارده بر روی آن بررسی می‌شود. کمترین زمان عدد ۹ و بیشترین زمان عدد ۱ را می‌گیرد.

۳-۱۳-۱-۵- کیفیت کلی چمن

درجه‌بندی کیفی چمن به جنبه‌های زیبایی شناسی و عملکردی چمن اشاره دارد. کیفیت چمن تنها بر مبنای رنگ نیست بلکه مجموعه صفات کیفی از جمله رنگ، تراکم، یکنواختی، بافت، مقاومت به بیماری‌ها و تنش‌های محیطی و سایر صفات مذکور بر آن تأثیرگذار است. در نتیجه بر مبنای کلیه صفات مذبور کیفیت نهایی چمن ارزیابی شد. البته در زمان ارزیابی چمن ممکن است که چمن‌های مختلف گاه به طوریکسان درجه‌بندی شوند. اما عواملی که بر این درجه‌بندی تأثیرگذار بوده متفاوت است، برای مثال ممکن است یک گونه چمنی عدد ۵ را به خاطر رنگ و تراکم و گونه دیگر همین رتبه

را به خاطر شیوع بیماری و تأثیر آن بر تراکم گونه مورد مطالعه بدست آورد.

۳-۱۴- میزان عملکرد و ریشه‌دهی و شاخساره

پس از اعمال تیمار تنش خشکی پلاتی به قطر ۱۰ سانتی‌متر از هر تکرار جدا شده و پس از جدا کردن خاک، وزن تر و خشک ریشه و قسمت هوایی با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم محاسبه گردید. به منظور محاسبه وزن خشک از آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد.

۳-۱۵- محتوای نسبی آب برگ‌ها (RWC)

با استفاده از فرمول (TW-DW)/ (FW-DW) محاسبه می‌شود که در آن FW وزن تر نمونه‌های برگی، TW وزن تر نمونه‌هایی که ۲۴ساعت در دمای اتاق خیسانده شده‌اند، DW وزن خشک نمونه-های برگی است (بارز و وترلی، ۱۹۶۲ و تاتاری و همکاران، ۱۳۹۲). این صفت در طول آزمایش دوبار، قبل و پس از اعمال تنش خشکی اندازه‌گیری شد.

۳-۱۶- کمبود اشباع نسبی(RSD)

پس از جمع‌آوری برگ‌ها و توزین وزن تر (Fw)، برگ‌ها به مدت ۵ ساعت در آب مقطر و دمای اتاق قرار داده می‌شدند. سپس برگ‌ها را از آب خارج کرده و مجددا وزن شدند و وزن آماس(Tw) آن‌ها به دست آمد و مقدار کمبود اشباع نسبی از فرمول زیر به دست می‌آید (صمررضا و همکاران، ۲۰۱۲).

$$RSD\ (\%) = \{(Tw- Fw) / Tw\} \times 100$$

۳-۱۷- آب از دست رفته برگ‌ها (RWL)

برای بررسی میزان آب از دست رفته برگ‌ها از روش شعبان و همکاران (۲۰۱۲) استفاده گردید. برای این منظور نمونه برگ‌ها را به دو قسمت هم وزن تقسیم کرده، برای گروه اول، ابتدا وزن تر آن‌ها را اندازه گرفته و سپس در ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۵ ساعت خیسانده شدند و وزن آماس آن‌ها محاسبه گردید. گروه دوم را به مدت ۵ ساعت در دمای اتاق نگهداری کرده و وزن پژمردگی آن‌ها محاسبه شد در نهایت برای اندازه‌گیری میزان وزن خشک از آون به مدت ۲۴ ساعت و دمای ۷۰ درجه استفاده شد.

$$RWL= \{(Fw- Ww) / (Tw-w)\}\times 100$$

که در آن Fw وزن تر،Ww وزن پژمردگی، Tw وزن آماس و Dw وزن خشک برگ می‌باشد.

۳-۱۸- نشت الکترولیت

جهت اندازه‌گیری نشت یونی از هر گیاه ۰/۱ گرم نمونه تهیه و سه بار با آب مقطر دیونیزه شستشو شد و به لوله آزمایش منتقل گردید. به هر لوله آزمایش به میزان ۲۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه اضافه گردید و نمونه‌ها در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت بر روی شیکر با ۱۵۰ دور در دقیقه قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به مدت یک دقیقه ورتکس و هدایت الکتریکی آن‌ها به عنوان EC اولیه توسط EC متر مدل CC-501 اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری EC ثانویه نمونه‌ها به مدت ۶۰ دقیقه درون حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از اتمام حمام و رسیدن دمای نمونه‌ها به دمای محیط مجددا EC نمونه‌ها به عنوان EC2 اندازه‌گیری شد و در نهایت درصد نشت یونی از حاصل تقسیم EC اولیه بر EC ثانویه محاسبه گردید (مارکوم،۱۹۹۸).

$$EL = (Ci/Cs) / 100$$

۳-۱۹- ارتفاع و عرض برگ و وزن تر و خشک سربرداری(عملکرد)

اندازه‌گیری ارتفاع بوته با خطکش، عرض برگ به کمک کولیس انجام شد. نهایتا وزن تر و خشک قسمت سربرداری شده چمن در پلات به قطر ۱۰ سانتی متر با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ محاسبه گردید. به منظور محاسبه وزن خشک از آون ۷۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد.

۳-۲۰- میزان کلروفیل (a، b و کلروفیل کل)

به منظور محاسبه میزان کلروفیل، ۰/۲۵ گرم برگ تازه را خرد کرده با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر در هاون سائیده و سپس مخلوط حاصل را در یک بالن ژوژه با آب مقطر به حجم رسانده، ۰/۵ میلی‌لیتر از مخلوط حاصله برداشته و با ۴/۵ میلی‌لیتر متانول مخلوط گردید، سپس به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه انجام شد این روش بر اساس روش آرنون (۱۹۴۰) می‌باشد. پس از آن محلول شناور را برداشته و با استفاده از اسپکتروفتومتر میزان جذب نور در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۵۳ و ۶۶۶ نانومتر قرائت گردید. نهایتا غلظت کلروفیل از رابطه زیر بدست آمد (درو و همکاران، ۱۹۹۸). این صفت در طول آزمایش دوبار، قبل و پس از اعمال تنش خشکی اندازه‌گیری شد.

$$\text{Chl a } (\mu g/ ml) = (15/65\times A\ 666) - (7/34\times A\ 653)$$
$$\text{Chl b } (\mu g/ ml) = (27/05\times A\ 653) - (11/21\times A\ 666)$$
$$\text{Chl c } (\mu g/ ml) = (1000\times A\ 470) - (2/860\times \text{Chl a}) - (129/2\times \text{Chl b}) / 245$$

۳-۲۱- عصاره‌گیری جهت سنجش فعالیت آنزیمی و پروتئین کل

برای استخراج، هاون سرد را روی یخ قرار داده و از هر نمونه مقدار ۰/۵گرم ماده گیاهی برداشته و در هاون قرار داده و با اضافه کردن نیتروژن مایع بافت گیاهی کاملا پودر شد. سپس نمونه‌ها را در تیوپ‌های ۲ میلی‌لیتری قرار داده و در مرحله‌ی بعد ۱/۵ میلی‌لیتر بافرفسفات‌پتاسیم و ۰/۰۲۵ گرم

PVP جهت رسوب بهتر نمونه به آن اضافه گردید و تیوپ‌ها روی یخ قرار گرفتند. سپس نمونه‌های آماده شده به مدت ۳۰ دقیقه با دور ۱۵۰۰۰ و دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ گردید. بعد از سانتریفیوژ، محلول رویی را برداشته و به تیوپ‌های ۰/۵ میلی‌لیتری (به تعداد آنزیم‌های مورد سنجش) منتقل و بلافاصله در فریزر ۸۰- قرار داده شدند. از این عصاره برای تعیین غلظت پروتئین و آنزیم‌ها استفاده شد.

۳-۲۲- سنجش پروتئین کل به روش بردفورد[1] (۱۹۷۶)

با توجه به رقیق سازی نمونه‌ها، پس از گذشت دو دقیقه از تشکیل کمپلکس فوق، معرف بردفورد حداکثر ترکیب را با اسیدهای آمینه آروماتیک نظیر آرژنین از خود نشان می‌دهد. ترکیب حاصل تا یک ساعت پس از تشکیل پایدار بوده و سپس شروع به تجزیه و جدا شدن می‌نماید. لذا در این فاصله زمانی نمونه‌ها حداکثر جذب را دارا می‌باشند. در حین کار بایستی نمونه‌ها در داخل یخ آب قرار گیرند. لازم به ذکر است که در اندازه‌گیری پروتئین بایستی از کووت‌های پلاستیکی استفاده نمود زیرا ترکیب حاصل به کووت‌های شیشه‌ای و کوارتز چسبیده و به سختی جدا می‌شوند.

۳-۲۳- تهیه استانداردها

- تهیه محلول استوک BSA: حل کردن ۲۰ میلی‌گرم BSA در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر تزریقی
- تهیه غلظت‌ها: از غلظت‌های ذکر شده هر کدام به میزان ۱ میلی‌لیتر تهیه گردید. (مثال: برای تهیه غلظت ۰/۱، مقدار ۵۰ میکرولیتر از BSA + ۹۵۰ میکرولیتر آب‌مقطر تزریقی)
- سپس ۱۰۰ میکرولیتر از غلظت‌های استاندارد با ۳ میلی‌لیتر بردفورد حل گردید (بعد از اضافه کردن BSA با افزایش غلظت استانداردها باید رنگ بردفورد روشن‌تر شود).
- محلول حاصل با استفاده از کووت پلاستیکی در طول موج ۵۹۵ نانومتر بوسیله

[1] Bradford

اسپکتروفتومتر قرائت شد.

- منحنی استانداردها رسم شده و در صورتی که بیشتر از ۹۵ درصد باشد قابل قبول است (ضریب پیوستگی منحنی استاندارد رسم شده ۹۷ درصد بود).
- بعد از رسم منحنی استاندارد، ۱۰۰ میکرولیتر از نمونه‌های عصاره آنزیمی با ۳ میلی‌لیتر معرف بردفورد مخلوط گردید (مدت زمان قرائت نمونه‌های آماده شده از ۲ دقیقه تا یک ساعت می‌باشد).
- میزان پروتئین کل برای تک تک نمونه‌ها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر (mgr.gr Fresh weight^{-1}) بیان گردید.

۳-۲۳-۱- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز بر اساس روش ابی[1] (1984)

آنزیم کاتالاز بدون نیاز به عامل احیاءکننده طبق معادله، H_2O_2 را به O_2 و H_2O تبدیل می‌کند.

$$2\ H_2O_2 \rightarrow 2\ H_2O + O_2$$

مخلوط واکنش حاوی مواد زیر بود:

- ✓ بافر فسفات‌پتاسیم ۲۵ میلی‌مولار به میزان ۷۵۰ میکرولیتر
- ✓ آب‌مقطر استریل به میزان ۱۵۰۰ میکرولیتر
- ✓ H_2O_2 ۱۰ میلی‌مولار به میزان ۷۵۰ میکرولیتر
- ✓ عصاره آنزیمی به میزان ۲۰ میکرولیتر

☜ قبل از قرائت نمونه‌های آنزیمی دستگاه با بلنک صفر گردید (بلنک حاوی تمامی مواد استفاده شده برای سنجش آنزیم به جز عصاره می‌باشد).

☜ محلول تهیه شده در کووت کوارتزی در طول موج ۲۴۰ نانومتر و در زمان ۱۸۰ ثانیه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV 2150 ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد.

[1] Aebi

- با شروع واکنش به‌وسیله آنزیم کاتالاز به‌تدریج میزان جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر کاهش می‌یابد.
- میزان فعالیت آنزیم کاتالاز بر حسب میکرومول پروکسیدهیدروژن تجزیه شده در دقیقه بر گرم وزن تازه($\mu mol\ H_2O_2.min^{-1}.gr\ Fresh\ weight^{-1}$) بیان شد.

۳-۲۳-۲- محاسبه فعالیت آنزیم کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز بر اساس میزان تجزیه شدن H_2O_2 در طول موج ۲۴۰ نانومتر و با استفاده از روش برگمیر (۱۹۸۳) طبق رابطه زیر محاسبه شد.

$$\boldsymbol{Activity\ (U/ml) = \frac{\Delta\ A240\ \times l\ \times Vt\ \times df}{\varepsilon\ \times l\ \times t\ \times Vs}}$$

U : واحد آنزیمی

Δ A240 : تفاوت میزان جذب مخلوط واکنش در زمان شروع و پایان واکنش

l : با توجه به ضریب پراکسیدهیدروژن در معادله (۱) تعیین می‌گردد که معادل ۲ می‌باشد.

Vt : حجم مخلوط واکنش (در این آزمایش برابر سه میلی‌لیتر بود)

df : فاکتور رقیق‌کننده (۵۰)

t : مدت زمان واکنش (۱۸۰ ثانیه)

Vs : حجم نمونه (در این آزمایش برابر ۰/۰۲ میلی‌لیتر بود)

ε : ضریب خاموشی برابر $۳۹/۴\ mM^{-1}cm^{-1}$

l : طول مسیر عبور نور از مخلوط واکنش (برابر یک است)

فرمول مربوطه برای یک گرم نمونه گیاهی است با توجه به اینکه ۰/۵ گرم ماده گیاهی استفاده شده عدد به دست آمده از فرمول در عدد ۲ ضرب خواهد شد.

۳-۲۳-۳- سنجش فعالیت آنزیم گوائیکول‌پراکسیداز به روش منکارلی[1] (۱۹۹۵)

از مهمترین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت است که نقش مهمی در خنثی نمودن اثرات منفی گونه‌های اکسیژن فعال دارد. این آنزیم H_2O_2 را به آب تبدیل می‌نماید. در این واکنش گوائیکول به‌عنوان دهنده الکترون می‌باشد که در حضور آن آنزیم پراکسیداز باعث احیا پروکسید هیدروژن به آب می‌گردد. در اثر این عمل گوائیکول به ترکیب رنگی تتراگوائیکول (قرمز رنگ) تبدیل می‌شود. به همین علت با شروع واکنش بوسیله آنزیم پراکسیداز به تدریج بر میزان تتراگوائیکول افزوده می‌شود.

مخلوط واکنش حاوی مواد زیر بود:

- ✓ بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار به میزان ۷۵۰ میکرولیتر
- ✓ گوائیکول ۱۰ میلی‌مولار (۰/۱۲۴۱۴ گرم گوائیکول در ۱۰۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر) به میزان ۷۵۰ میکرولیتر
- ✓ H_2O_2 ۷۰ میلی‌مولار محلول در فسفات‌پتاسیم (تهیه ۵ میلی‌لیتر H_2O_2 ۷۰ میلی‌مولار: ۴/۹۶ میلی‌لیتر بافر + ۳۵ میکرولیتر H_2O_2) به میزان ۱۰۰ میکرولیتر
- ✓ آب دو بار تقطیر ۱۴۰۰ میکرولیتر
- ✓ ۲۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی

☜ از مخلوط حاصل به جز عصاره به عنوان شاهد برای صفر کردن اسپکتروفتومتر استفاده گردید.

☜ محلول تهیه شده در کووت کوارتز و در طول موج ۴۷۰ نانومتر و در مدت ۶۰ ثانیه در دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV 2150 ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد.

☜ آنزیم پراکسیداز با استفاده از ترکیبات فنولی گوائیکول به عنوان دهنده الکترون طبق معادله زیر پراکسید هیدروژن را به آب احیاء می‌کند:

$$4\ \text{guaiacol} + 4\ H_2O_2 \rightarrow \text{Tetraguaiacol} + 8\ H_2O$$

[1] Mencarelli

- در اثر این عمل، گوائیکول به تتراگوائیکول تبدیل می‌شود. از این رو با آغاز واکنش بوسیله آنزیم پراکسیداز بتدریج بر میزان گوائیکول در مخلوط واکنش افزوده می‌شود و در نتیجه میزان جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر نیز افزایش می‌یابد.
- میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز بر حسب میکرومول گوائیکول اکسید شده در دقیقه بر گرم وزن تازه ($\mu mol\ guaiacol.min^{-1}.gr\ Fresh\ weight^{-1}$) بیان شد.

۳-۲۳-۴- محاسبه فعالیت آنزیم پراکسیداز

$$Activity\left(\frac{U}{ml}\right) = \frac{\Delta\,A240 \times l \times Vt \times df}{\varepsilon \times l \times t \times Vs}$$

U : واحد آنزیمی

Δ A240 : تفاوت میزان جذب مخلوط واکنش در زمان شروع (۰ثانیه) و پایان واکنش (۶۰ ثانیه)

l : با توجه به ضریب پراکسیدهیدروژن در معادله احیای آن به آب تعیین می‌گردد که معادل ۴ می‌باشد.

Vt : حجم مخلوط واکنش (در این آزمایش برابر سه میلی‌لیتر بود)

df : فاکتور رقیق‌کننده (۵۰)

t : مدت زمان واکنش (۱ دقیقه)

Vs : حجم نمونه (در این آزمایش برابر ۰/۰۲ میلی‌لیتر بود)

ε : ضریب خاموشی برابر $۲۶/۶\ mM^{-1}cm^{-1}$

l : طول مسیر عبور نور از مخلوط واکنش (برابر یک است)

فصل چهارم

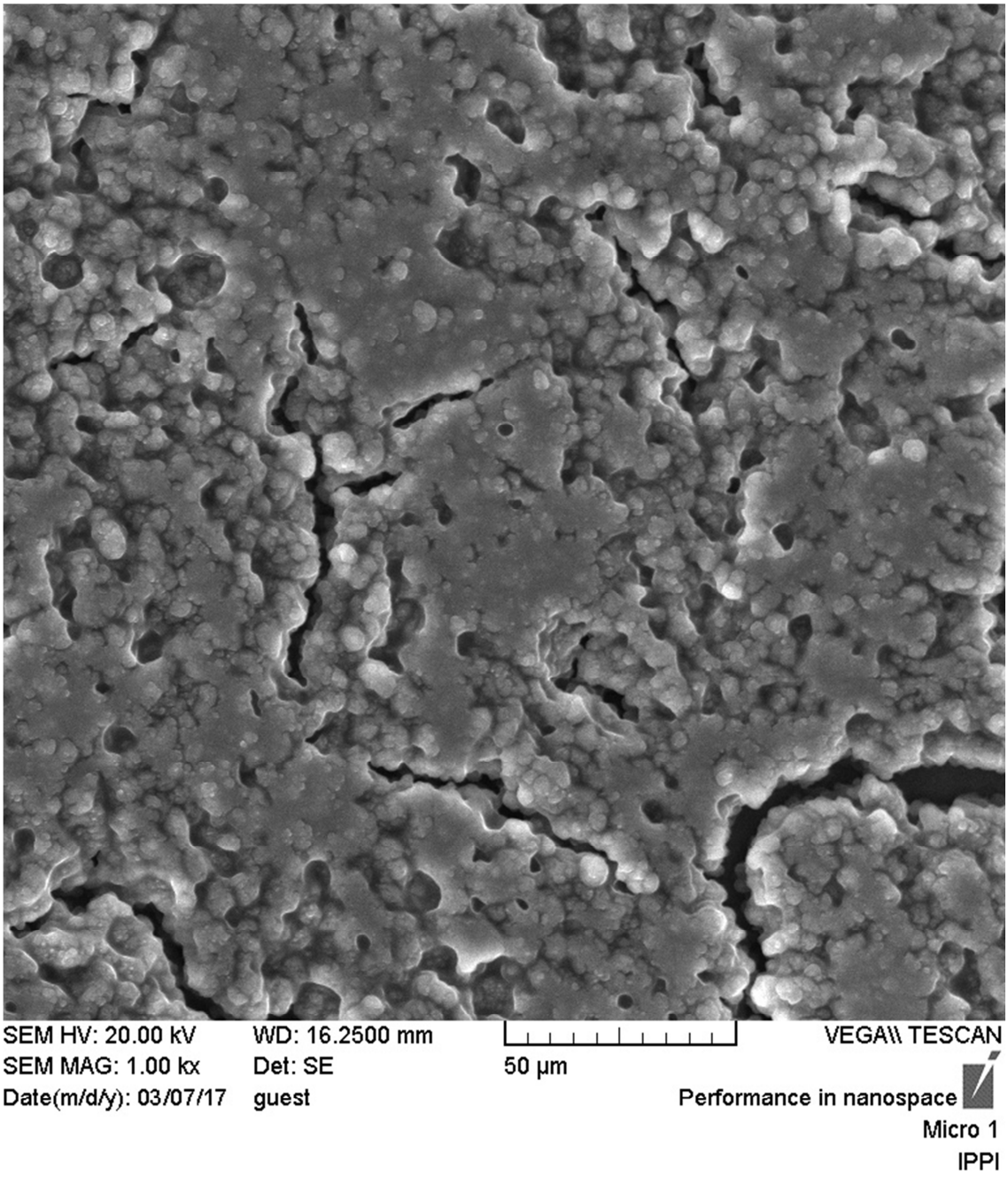
نتایج و بحث

۴-۱- بررسی صفات ماده نانو کپسول شده

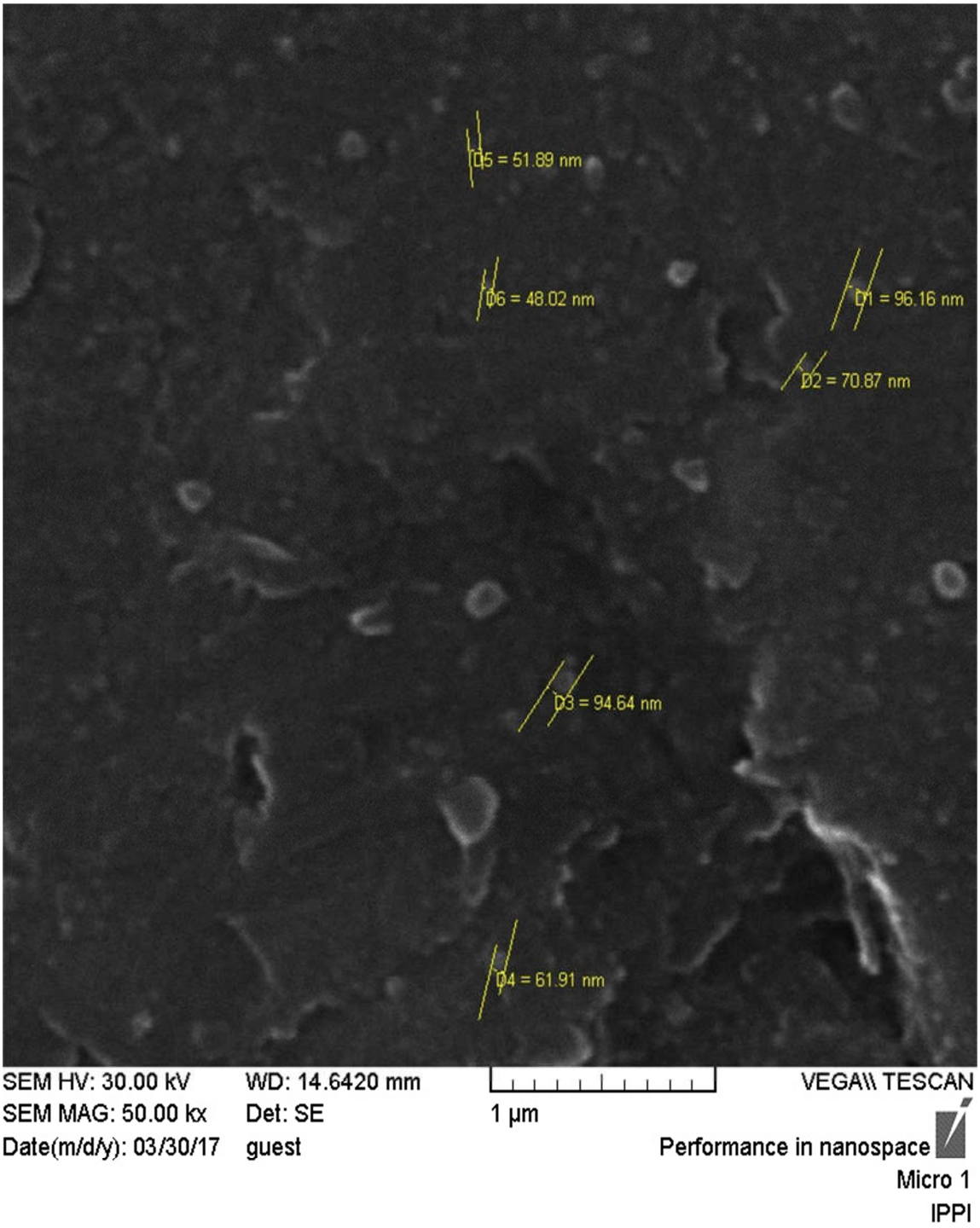
۴-۱-۱- تست SEM :

(تصویر ۴-۱ تست SEM 1) ساختمان ظاهری نانو کپسول پاکلوبوترازول نشان داده شد همان طوری که مشاهده شد ذرات نانو کپسول به هم چسبیده و قابل مشاهده نیستند که بعلت نوع امولسی‌فایرها می‌باشد در این تحقیق ازامولسی فایر توین استفاده گردید .توین ها بدلیل نوع ساختارشان بروی سطح نانو کپسولها چسبندگی ایجاد می کنند، بنابراین باید توسط حلالی شسته شود تا چسبندگی از بین رود در این تحقیق از حلال هگزان استفاده شد ابتدا نانو کپسولها را با هگزان شسته و بعد سانتریفوژ گردید رسوب باقیمانده را بار دیگر با هگزان شسته و سانتریفوژ گردید. این عمل را چند بار دیگر تکرار شد و سپس نمونه برداری گردید در شکل (تصویر ۴-۱ تست SEM 2) اندازه های مختلف نانو کپسول ها مشاهده شد.

با توجه به اینکه به امولسیون های بسیار ریز شده یا امولسیون های زیر میکرون که اندازه قطر آنها بین ۵۰ تا ۱۰۰ نانومتر است و در بعضی منابع برای پلیمرها تا زیر ۲۰۰ نانو متر را نیز نانو امولسیون میگویند و اندازه ذرات نشان شده در تصویر از ۵۰ تا ۱۰۰ میکرون است، می‌توان نتیجه گرفت نانو کپسول کند کننده رشد تولید شده. (شاه و همکاران، ۲۰۱۰)



تصویر۴-۱ : تست SEM 1 ساختمان ظاهری نانو کپسول پاکلوبوترازول قبل از مراحل شستشوی تویین که باعث چسبندگی شده است



تصویر۴-۲ : تست SEM 2 ساختمان ظاهری نانو کپسول پاکلوبوترازول بعد چند مرحله شستشو با هگزان و سانتریفیوژ برای رقیق شدن و تشخیص دقیق اندازه ذرات که با خط نشان شده است.

۴-۲- مقایسه صفات کیفی (NTEP) چمن‌های مورد آزمایش

جدول۴-۱: تجزیه واریانس برخی از صفات کیفی در اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی خصوصیات سه گونه چمن

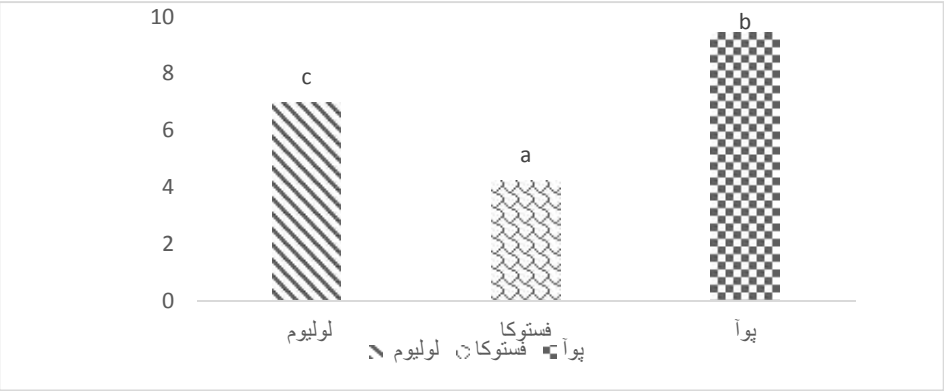
منابع تغییرات	درجه آزادی	رنگ	بافت	یکنواختی	میزان تحمل به پاخوری	کیفیت کلی
تکرار	۲	۰/۰۱۴ ns	۴/۸۰۹ ns	۷/۴۰۶ ns	۰/۰۰۲ ns	۱/۸۵۶ ns
گونه	۲	۳۱/۲۱۸**	۴۰/۸۵۶**	۱۴/۵۶۱**	۰/۰۳۵*	۱۰/۹۲۶*
تیمار	۴	۱/۳۴۷ ns	۳/۲۳۱ ns	۱/۴۷۳ ns	۰/۰۰۵ ns	۳/۷۳۷ns
گونه* تیمار	۸	۰/۹۸۹ ns	۷/۱۷۵ns	۱/۵۱۸ ns	۰/۰۱۳ ns	۲/۲۰۹ns
خطای آزمایش	۲۸	۱/۶۹۲	۱/۴۶۴	۱/۱۰۵	۰/۰۰۵	۲/۴۴۶
Cv%		۱۳/۱۴	۱۷/۴۷	۲۰/۱۹	۱۸/۱۶	۲۲/۶۷

** تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ - * تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ - ns تفاوت معنی داری وجود ندارد .

۴-۱-۱- رنگ

در تحلیل صفت رنگ چمن بر خلاف تیمارها، گونه تأثیر معنی‌داری بر رنگ ژنتیکی چمن‌ها داشت. در مورد این صفت در بین گراس‌های مورد مطالعه تیره‌ترین رنگ سبز چمن متعلق به چمن پوآ به مقدار (۹/۴) کمترین رنگ مربوط به فستوکا با عدد (۴/۲) بود. از نظر کیفیت رنگ بر مبنای درجه‌بنـدی ۱-۹, رتبه‌بندی چمن‌ها به ترتیب زیر می‌باشد.

فستوکا < لولیوم < پوآ

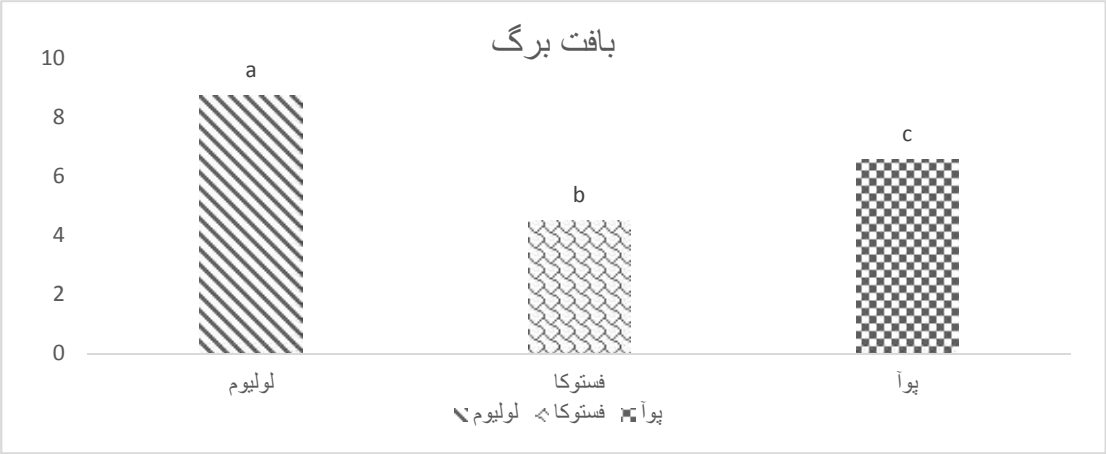


شکل ۴-۳: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی رنگ سه گونه چمن

سایر محققان نیز بر روی اختلاف رنگ در بین ژنوتیپ‌های مختلف چمن تحقیق کرده‌اند (صالحی و خوشخوی، ۲۰۰۴؛ دان و همکاران، ۱۹۹۴؛ ناول و همکاران، ۱۹۹۶ و اسکیرد، ۱۹۸۹). اختلاف رنگ ژنتیکی در بین گونه‌های مختلف چمن از جمله بوفالوگراس، بلوگراما، فستوکا، کنتاکی بلوگراس و آگروپایرون و مخلوط بذری آن‌ها بر مبنای ارزیابی کیفی از ۱-۹، از رنگ سبز آبی تا سبز تیره و سبز خاکستری توسط باندرسون و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شد چنین به نظر می‌رسد که اختلاف رنگ در بین چمن‌های مختلف از نظر ژنتیکی امری بدیهی است و تغییر نکردن رنگ در اثر تیمار ها مبنی بر نداشتن تأثیر منفی بر این صفت مورد اندازه گیری است. اکثر اشخاص رنگ سبز تیره را برای چمن ترجیح می‌دهند. رنگ یکی از بهترین شاخصه‌های شرایط عمومی چمن می‌باشد (بیرد، ۱۹۷۳)، که منطبق با شرایط محیط رشد چمن است (اعلامی، ۱۳۸۹).

۴-۱-۲- بافت برگ

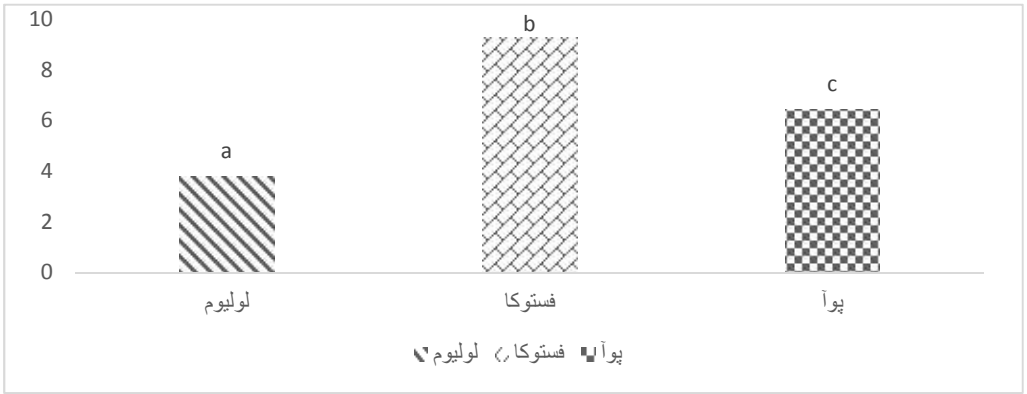
اختلاف بافت برگ نیز در بین چمن‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار بود، در بین چمن‌های مورد مطالعه چمن فستوکا دارای ظریف‌ترین برگ با عدد (۴/۵) و درشت ترین بافت مربوط به چمن لولیوم با مقدار عددی (۸/۷) بود. اختلاف در بافت برگ گونه‌های مختلف چمن قبلا توسط سعیدی‌پویا (۱۳۹۲) و اکبرزاده (۱۳۹۳) نیز گزارش شده است. در واقع بافت برگ شاخصی از سطح و پهنای برگ است. کاهش سطح برگ یکی از اثرات خشکی برگیاهان می‌باشد (قربانی، ۱۳۹۱ و ربانی‌خیرخواه و کاظمی، ۱۳۹۴). که با توجه به توضیحات بالا و عدم معنی دار شدن تیمار در بافت برگ می‌توان نتیجه گرفت که تیمارها اثری منفی بر مقاومت گیاه و سطح برگ که یکی از شاخص‌های فتوسنتز است نداشته‌اند.



شکل ۴-۴: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی بافت سه گونه چمن

۴-۱-۳- یکنواختی

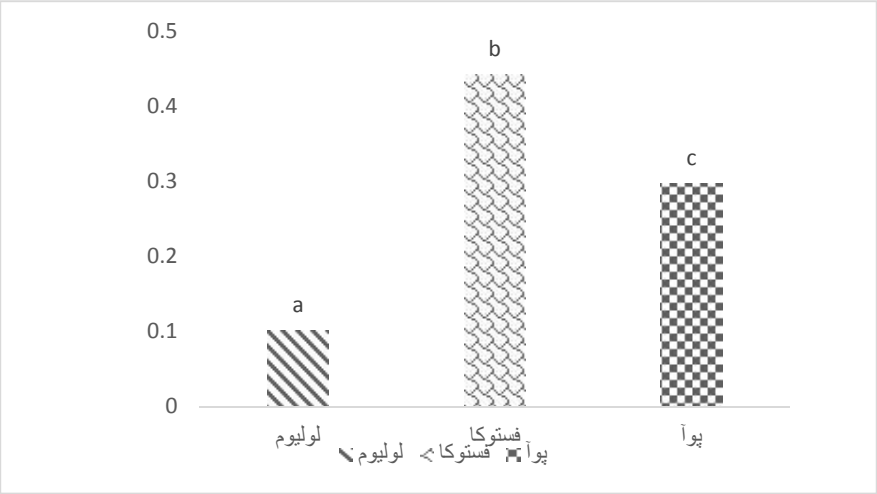
صفت یکنواختی چمن تحت تأثیر پاکلوبوترازول در طی شرایط تنش خشکی قرار نگرفت و تنها اثر گونه چمن بر این صفت مشهود بود، مقایسه میانگین صفت یکنواختی بین چمن‌ها نشان داد که بهترین کیفیت از لحاظ یکنواختی چمن مربوط به چمن فستوکا با مقدار (۹/۳) و کمترین مقدار مربوط به چمن لولیوم با (۳/۷) بود. طبق گزارش تورگون،(۱۹۸۵) یکنواختی را نمی‌توان به دقت به عامل دیگری ارتباط داد زیرا تابع عوامل زیادی است. اختلاف در بافت، تراکم، رقابت بین گونه‌ها، رنگ، ارتفاع سرزنی بر میزان غیر یکنواختی چمن موثر است. که بصورت کلی این نتیجه حاصل میشود که پاکلوبوترازول باعث عدم یکنواختی و رشد نامتعادل در گونه های چمن با توجه به تغییر در تنظیم کننده‌های رشد گیاهی نمی شود و چمن ها همان رشد و یکنواختی خود را دارا می‌باشند.



شکل۴-۵: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی یکنواختی سه گونه چمن

۴-۱-۴- میزان تحمل به پاخوری

مقایسه میانگین‌های گونه‌های مختلف برای این صفت نشان داد کمترین تحمل به پاخو ری مربوط به گونه لولیوم (۰/۱) بود. این درحالی است که دو گونه دیگر از نظر آماری رتبه ی بالاتری دریافت کرده و فستوکا عدد (۰/۴) بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. با توجه به اینکه پاخوری چمن تحت تأثیر هورمون های گیاهی هم می باشد و با در نظر گرفتن معنی دارنشدن این صفت در تیمار میتوان پی به این برد که اثرات تغییری هورمونی در اثر این کننده رشدی در چمن ها مضر نبوده است و چمن‌ها پاخوری خود را حفظ کرده‌اند.

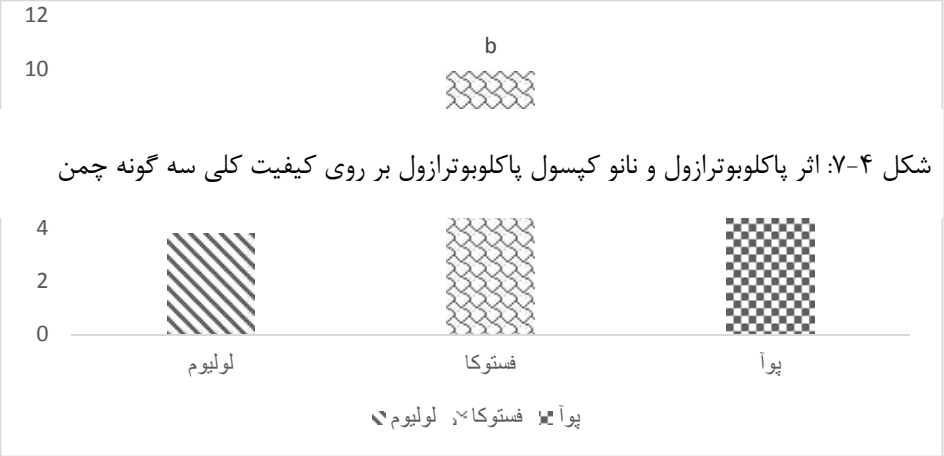


شکل ۴-۶: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی پاخوری سه گونه چمن

۴-۱-۵- کیفیت کلی چمن

در مورد کیفیت کلی چمن های مورد مطالعه مشاهده می‌شود که تنها اثر ساده گونه‌ها در مورد این صفت معنی‌دار شده و تیمارها تأثیر معنی‌داری بر کیفیت کلی چمن‌ها نداشته‌اند. کیفیت کلی فستوکا (۹/۸)و پوآ (۶/۸) بهتر ازچمن لولیوم (۳/۷) بود. سلاح ورزی (۱۳۸۶) بیان داشت که رایگراس چند ساله ضعیف‌ترین مقاومت به سرما را در بین تمامی چمن‌های فصل سرد داراست. میزان مقاومت به سرما مهمترین عامل محدود کننده کشت چمن در نواحی با آب و هوای معتدل

می‌باشد، بنابراین استفاده از کولتیوارهای مقاوم به سرما برای کشت موفق گراس‌ها بسیار ضروری است (نظامی و همکاران ،۲۰۱۰). بیرد (۱۹۷۳) نیز اظهار داشت که کیفیت بصری چمن بهترین راهکار در جهت ارزیابی چمن برای انتخاب در بین گراس‌های چمنی است. که با در نظر گرفتن این عامل نیز دریافت می شود که تیمار در کیفیت کلی چمن ها تأثیر مضری نداشته است.



شکل ۴-۷: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی کیفیت کلی سه گونه چمن

۴-۲- صفات مورفولوژیک

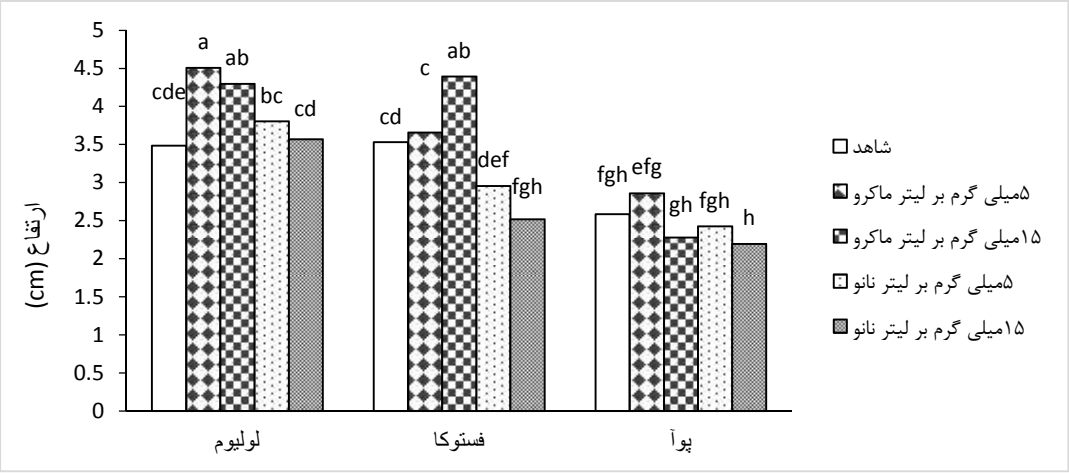
جدول ۴-۲:تجزیه واریانس برخی از صفات مورفولوژیک و عملکردی در اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی خصوصیات رشدی سه گونه چمن

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	عملکرد وزن تر	عملکرد وزن خشک	عرض برگ	وزن تر شاخه به ریشه	وزن خشک شاخه به ریشه
تکرار	۲	۳/۳۵۹ ns	۰/۳۳۸ ns	۰/۰۰۸ ns	۱/۲۵۳ ns	۰/۱۰۱ ns	۱/۲۵۳ ns
گونه	۲	۸/۲۶۲**	۵/۷۳۳**	/۲۴۹** ۰	/۶۹۰** ۱۵	۰/۱۷۶**	۱/۸۱۹**
پاکلوبوترازول	۴	۱/۴۰۱**	۰/۱۷۳ns	۰/۰۰۶ns	۰/۰۶۶**	۰/۱۷۹**	۰/۲۹۰**
گونه در پاکلوبوترازول	۸	۰/۴۷۸**	۰/۴۲۵**	/۰۴۲** ۰	۰/۱۱۲**	۰/۰۵۰ns	۰/۱۲۳ns
خطا	۲۸	۰/۱۳۷	۰/۱۱۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۲۴	۰/۰۵۶
CV%		۱۱/۳۱	۱۹/۰۳	۱۶/۷۶	۴/۶۸	۱۷/۸۶	۲۶/۴۸

**** تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ - * تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ - ns تفاوت معنی داری وجود ندارد .**

۴-۲-۱- ارتفاع

نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۲) برای ارتفاع گیاه بیانگرآن است که تفاوت میان کند کننده رشد در سطح احتمال۱٪ معنی‌دار می‌باشد، و اثر اصلی گونه و اثر متقابل گونه و کند کننده رشد در سطح ۵ ٪ با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند. گونه پوآ در مقایسه با دو گونه دیگر، ارتفاع کمتری دارد و دو گونه دیگر از نظر آماری یکسان عمل کردند. اختلاف در میزان رشد چمن‌های مختلف توسط سعیدی‌پویا (۱۳۹۲) و ربانی خیرخواه (۱۳۹۴) نیز گزارش شد. بیشترین و کمترین میزان ارتفاع به ترتیب مربوط به لولیوم تحت تیمار ۵ میلی گرم بر لیتر ماکرو (۴/۵) و پوآ تحت تیمار ۱۵میلی گرم بر لیتر نانو (۲/۱) می‌باشد(شکل ۴-۸). در این آزمایش تیمار کند کننده بر میزان ارتفاع گیاه تأثیرگذار بوده است و این در مغایرت با نتایج حجتی و همکاران (۱۳۸۹) بوده که اظهار داشتند کاربرد پاکلو بوترازول و سایکوسل تأثیری بر ارتفاع گیاه کوکب کوهی ندارد و همچینین مغایر با تحقیقاتی از جمله جی آیو و همکاران (۱۹۸۶) در تأثیر پاکلوبوترازول و آرست در سوسن سفید بود و آن‌ها اعلام کردند که اسپری این ماده تأثیری برروی ارتفاع نگذاشته است. در تحقیق پیر احمدی بر روی تأثیر پیش تیمار بذرگندم و محلول پاشی اعلان کرد که پیش تیمار باعث افزایش ارتفاع و محلول پاشی بی تأثیر بوده است. همچنین پینهرو و فلتچر (۱۹۹۴) اظهار کردند که تنش سرما و گرما باعث کاهش ارتفاع ذرت می‌شود و کاربرد تیمار پاکلوبوترازول و آنسیمیدول از این کاهش ارتفاع جلوگیری می کنند. در واقع کاهش تامین آب موجب کاهش طویل شدن سلول‌ها و همچنین کاهش تورم سلولی، رشد سلول، حجم سلول و تعداد سلول‌های مریستمی می‌شود که در نتیجه طول گیاه را کاهش می‌دهد (کشاورز و همکاران، ۲۰۱۲). در تحقیق اکبر زاده (۱۳۹۳) با افزایش یافتن تنش خشکی، مقادیر ارتفاع، وزن تر و خشک نسبت به تیمار شاهد (سطح آبیاری کامل یا ۱۰۰٪) کاهش قابل ملاحظه ای نشان داد. هانگ و همکاران (۱۹۹۷) بیان داشتند واکنش رشدی ساقه به تنش باعث کاهش میزان رنگ، بخش سبزینگی، تراکم ساقه و در نتیجه میزان سرزنی شد.



شکل ۴-۸: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی ارتفاع سه گونه چمن

عوامل محیطی، نوع چمن، مقدار حساسیت جنس هاس متفاوت چمن، غلظت و نوع روش کاربرد هورمون ها، علف کش ها و قارچ کشها در نوع تأثیر مثبت یا منفی و مقدار تأثیرشان اهمیت و دخالت بسیاری دارند (شیخ محمدی، ۱۳۹۲ و آرتکا، ۱۹۵۰و چن و همکاران،۲۰۰۸ و یین چن،۲۰۰۹). در نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس و نمودارها مشخص می شود که در چمن لولیوم و فستوکا غلظت کمتر میکرو به صورت افزایشی در ارتفاع تأثیر گذاشته است و با افزایش غلظت میکرو و در پاکلوبوترازول نانو کپسول شده کاهش ارتفاع مشاهده می شود. که این نتایج با نتایج جی آیو و همکاران (۱۹۸۶) در سوسن و پاتریک و همکاران (۲۰۰۵) در چمن برمودا‌گراس و فاطمه شاکری و همکاران (۱۳۸۷) در توت فرنگی و حسن قاسمی و همکاران (۱۳۹۳) در چمن پوآ در یک راستا می‌باشد.

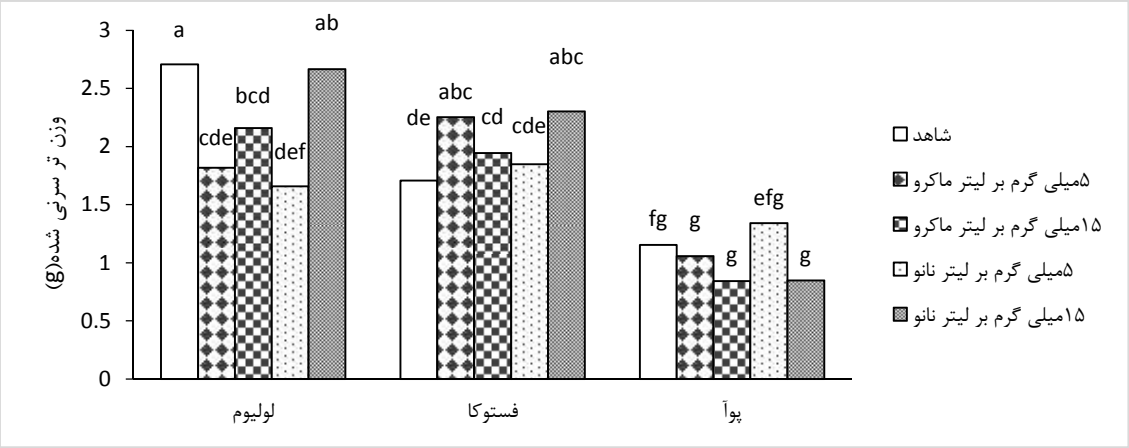
۴-۲-۲- وزن تر و خشک سرزنی

مطابق با (جدول ۴-۲) تنها اثر ساده گونه و اثر متقابل گونه و تیمار در سطح ۱٪ معنی دار بوده است و اثر تیمار معنی‌دار نشد. گونه پوآ نسبت به دو گونه دیگر وزن تر و خشک کمتری دارد، سعیدی پویا (۱۳۹۲) در تحقیق خود اعلام کرد که توده‌های مختلف بذری چمن‌های سردسیری میزان وزن تر و خشک سرزنی متفاوتی دارند. کارتسن و مک‌آدام (۲۰۰۱) به بررسی اثر خشکی بر روی اندام هوایی

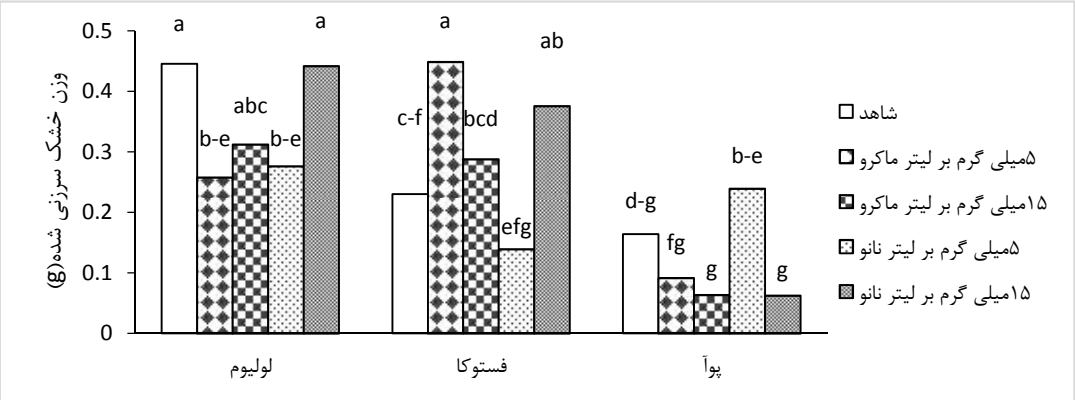
و ذخیره کربوهیدرات‌ها در سه گونه رایگراس، فستوکای بلند و شبدر سفید پرداختند نتایج نشـان داد که وزن خشک برگ در سطوح تنش نسبت به شاهد در همه گونه‌ها کاهش معنی‌داری پیدا کرد ایـن در حالی است که تفاوتی میان گونه‌ها وجود نداشت. همچنین پـدرول و همکـاران (۲۰۰۰) بـا اعمـال تنش خشکی طولانی مدت (۹۰ روز) روی ولت گراس نشان دادنـد کـه در شـدت‌هـای بیشـتر تـنش خشکی، کاهش بیشتری در اندازه برگ و وزن بخش هوایی اتفاق می‌افتد.

معنی‌دار نشدن اثرات تیمار مشابه با نتایج بررسی قاسمی و همکاران (۱۳۹۳) در عدم معنی‌داری بیوماس وزن تر و خشک تیمار پاکلوبوترازول در چمن پوآ تحت تنش خشکی ۳۰ درصد و بدون تنش بوده و همچنین موافق با نتایج اکبری و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی تأثیر کند کننـده رشـد بـرروی چمن اسپورت بود هرچند که اگر به صورت موشکافانه تر بررسی کنیم خواهیم دید در این آزمایش تأثیرات تیمارها برای این صفت در گونه ها مختلف متفاوت بوده است در لولیوم تمامی تیمارها میزان وزن تر را نسبت به شاهد کاهش داده‌اند اما برعکس در گونه فسـتوکا تمـامی تیمارهـا در مقایسـه بـا شاهد باعث افزایش وزن تر شده اند و در مورد وزن خشک نیز همین طور بوده با این تفاوت که تیمار سطح ۱ نانو باعث کاهش شدید وزن خشک شده است. نهایتا در مورد لولیوم تمـامی تیمارهـا میـزان وزن تر و خشک را کاهش داده‌اند و در معنی‌دار شدن اثرات متقابل این پژوهش بیشترین وزن خشک مربوط به شاهد گونـه لولیـوم (۰/۴۴) و کمتـرین وزن خشـک (۰/۰۶) مربـوط بـه تیمـار نـانو ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر گونه پوآ بود (شکل ۴-۹) و (شکل ۴-۱۰).

آبراهام (۲۰۰۴) گزارش کرد که تنش خشکی رشد شاخساره را در چمن کم و نزدیـک بـه رشـد ریشه می‌کند و باتلانگ (۲۰۰۶) اعلام داشت وزن خشـک چمـن در اسـتفاده از پـاکلوبوترازول تحـت شرایط تنش خشکی کاهش پیدا کرده است، همچنین پینهرو و فلتچر (۱۹۹۴) نیـز افـزایش وزن تـر خشک ذرت را تحت تنش سرمایی وگرمایی با استفاده از دو مخلوط کندکننده رشـد پـاکلوبوترازول و آنسیمیدول را گزارش کردند.



شکل ۴-۹: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی وزن تر سرزنی شده سه گونه چمن



شکل ۴-۱۰: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی وزن خشک سرزنی شده سه گونه چمن

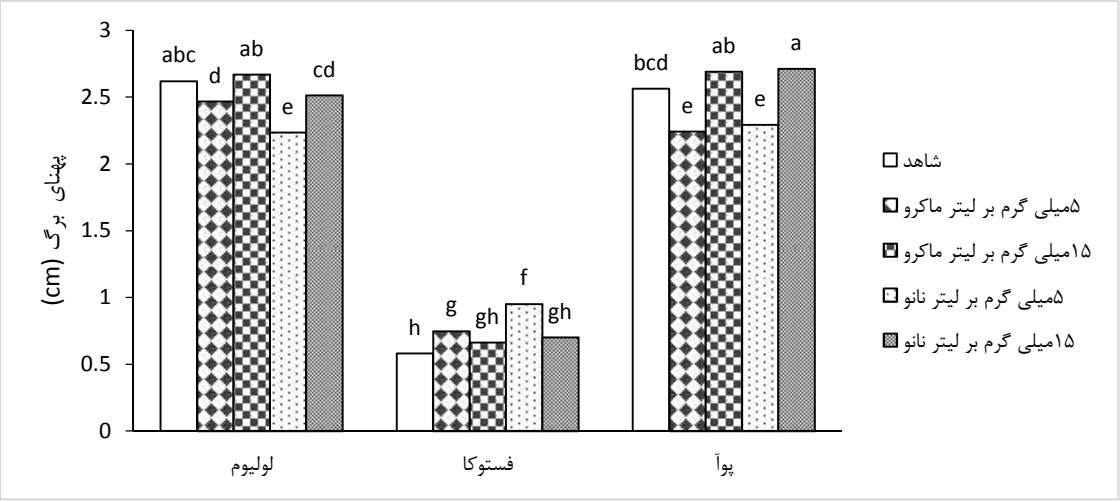
کاهش وزن می تواند تحت تأثیر تخصیص بیشتر بیوماس تولیدی گیاه به سمت ریشه‌ها (ال‌بوچی و همکاران، ۲۰۰۳) و یا در اثر کاهش بازدهی فتوسنتز باشد که توسط ورا و همکاران (۱۹۹۱) نیز گزارش شده است. کمبود آب در گیاهان می تواند سبب اختلالات فیزیولوژیکی، همچون کاهش فتوسنتز و تنفس شود (بورنتون، ۱۹۹۹). کریک و گریم (۱۹۸۷) کاهش بایومس بخش هوایی در گراس‌ها را یک مکانیسم مناسب و سازگار کننده در زمان وقوع تنش‌های شدید رطوبتی دانستند. محدود ساختن آبیاری تا حدی که به گیاه تنش وارد نشود یکی از مهمترین استراتژی‌های مدیریتی برای مقابله با بحران کم‌آبی در فضای سبز و خصوصا سطوح چمن‌کاری می‌باشد. بدین معنی که با

کاهش مقادیر آبیاری ضمن حفظ کیفیت، بتوان از تولید (وزن بخش هـوایی) چمـن کاسـت. و بـدین ترتیب هزینه‌های کوتاه کردن چمن را به حداقل رساند.

کمبود آب موجب کاهش تورژسانس سلولی شده و در نهایـت کـاهش رشـد و توسـعه سـلول بـه خصوص در ساقه و برگ ها را به دنبال خواهد داشت. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی روی گیـاه را میتـوان از روی کـاهش ارتفـاع یـا اندازه کوچک تر برگها تشخیص داد (بابایی و همکاران، ۱۳۸۹).

۴-۲-۳-پهنای برگ

بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) برای پهنای برگ نشان می‌دهد اثر ساده گونه و تیمار و همچنین اثر متقابل گونه و تیمار در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شـد. همـانطور کـه در شـکل۴-۱۱ قابل مشاهده است در بین گونه‌ها، عمدتا کمترین پهنای برگ مربوط به شاهد فستوکا (۰/۵) می‌باشد. بیشترین پهنای برگ مربوط به گونه پوا همراه با کاربرد تیمار ۱۵ میلی گرم بر لیتر نانو (۲/۷)و پس از آن پوآ همراه با کاربرد سطح ۲ ماکرو (۲/۶) و همچنین لولیوم همراه با کابرد سطح ۲ ماکرو (۲/۶) بود. در حالی‌که کمترین مقدار پهنای برگ را می توان در فستوکا بدون کـاربرد هـیچ نـوع تیمـاری (۰/۵) مشاهده کرد. در واقع در هر سه گونه، تیمار سطح ۲ ماکرو توانسته مانع کاهش سطح برگ و لولـه ای شدن برگ ها طی اعمال تنش خشکی شوند. این نتایج با نتایج بیسـلی و همکـاران (۲۰۰۳) مطابقـت داشت.



شکل ۴-۱۱ : اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی پهنای برگ سه گونه چمن

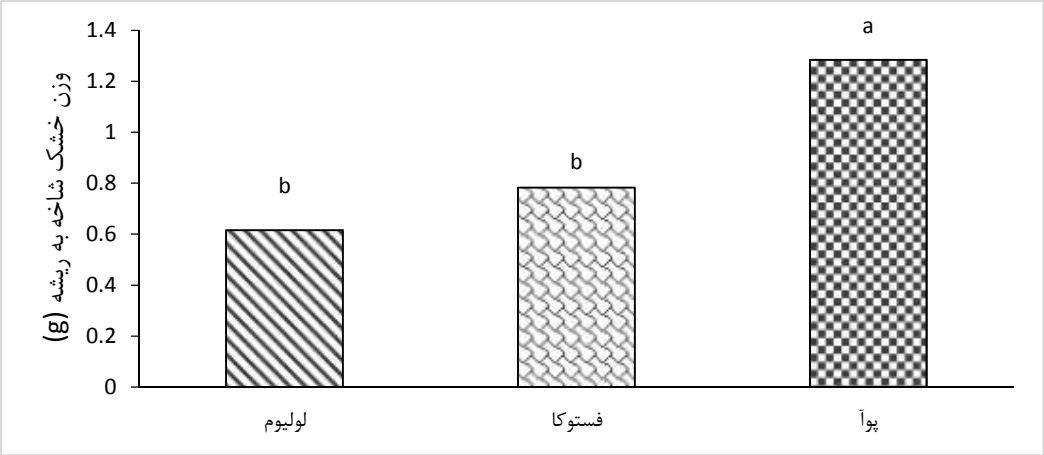
از طرفی عباسیه و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی اثر غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بر چمن چچم اظهار داشتند که کاربرد این ماده تأثیری بر میزان پهنای برگ چمن ندارد که این نتیجه در مغایرت با نتیجه آزمایش حاضر است. این مغایرت می‌تواند ناشی از غلظت، زمان و تعداد دفعات کاربرد تنظیم کننده و یا شرایط آب و هوایی باشد. تنش رطوبتی بر روی تقسیم سلولی تأثیر می‌گذارد و سبب کاهش ناچیز تعداد سلول‌ها در برگ می گردد. همچنین سلول‌ها در زمان تنش خشکی از نظر اندازه کاملا کوچکترند و لذا سبب کاهش اندازه و خصوصا کاهش سطح برگ می‌شود (بیرد، ۱۹۷۳) .پاند و سینگ (۱۹۸۰) اظهار داشتند مقدار سطح برگ کل در اکثر گونه‌ها تحت شرایط تنش خشکی کمتر از شاهد است. همچنین در برخی گونه های چمنی، بین محتوای آب خاک و سطح کل برگ همبستگی مثبتی پیدا کردند. پیچش برگ یک سازگاری مهم برای مقاومت در برابر تنش خشکی معرفی شده است و شاید یک شاخص خوب از وضعیت آبی گیاه باشد. شاخص پیچش برگ در زمان تنش همواره بیشترین مقدار خودش را داراست. گزانچیان و همکاران (۱۳۸۳) اولین پاسخ مورفولوژیکی *Elymus elongatum* در مقابل تنش خشکی را لوله‌ای شدن برگ‌ها یافتند. ژانگ و همکاران (۱۹۸۷) نیز اعلام کردند گیاهان متحمل تحت شرایط خشکی سنتز اسید آبسیزیک (ABA) را در ریشه افزایش داده و در نتیجه پس از انتقال ABA از ریشه به برگ ها پیچش برگ اتفاق می‌افتد

(سلاح ورزی، ۱۳۸۶). پیچش برگ علاوه بر حفظ و نگهداری آب بافت تحت شرایط تنش شدید خشکی (جانز و لازنبی، ۱۹۷۳)، خسارت نوری به سطح برگ (ایسن، ۱۹۸۴) که سبب تنش اکسیداتیو می‌گردد (ریچاردز، ۱۹۹۶) را نیز کاهش می‌دهد. تحت شرایط تنش خشکی معمولا کاهش عرض برگ نیز اتفاق می‌افتد (گزانچیان و همکاران، ۲۰۰۷ و گنجعلی و همکاران، ۱۳۸۴).

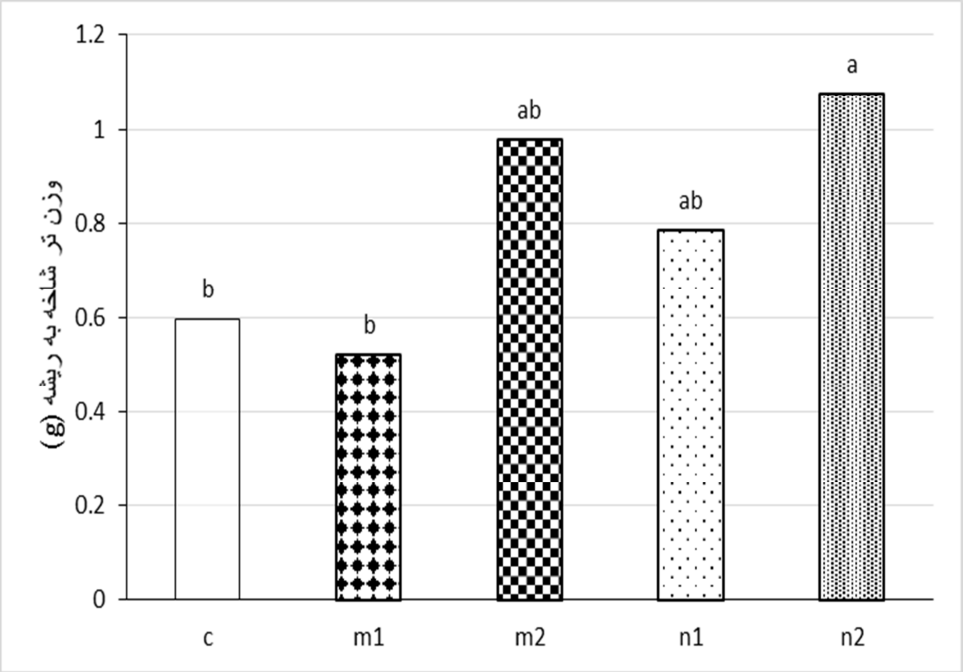
مصطفی فاضلی (۱۳۹۱) در دو گونه فستوکا و پوآ پس از کاربرد پاکلوبوترازول کاهش در عرض برگ مشاهده کرد و همین نتیجه را فاطمه شاکری وهمکاران (۱۳۸۷) در توت‌فرنگی و مریم حجتی و همکاران (۱۳۸۹) در کوکب کوهی و نیز چگنی وهمکاران (۱۳۹۳) بر روی برنج با تیمار سرمایی با پاکلوبوترازول و بدون پاکلوبوترازول کاهش عرض برگ را مشاهده کرد. ولی سحر عباسیه و همکاران (۱۳۸۹) در تأثیر این ماده روی لولیوم و شیخ محمدی و همکاران (۱۳۹۴) در زویسیا گراس و حسین قاسمی وهمکاران (۱۳۹۳) برروی چمن پوآ تأثیری مشاهده نکردند. و همچنین نصری و همکاران (۱۳۹۲) بر روی داوودی افزایش پهنای برگ را گزارش کرد.

۴-۲-۴- نسبت وزن تر ریشه به شاخساره و نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره

نتایج تجزیه واریانس موجود در (جدول ۴-۲) نشان می‌دهد که اثر اصلی گونه و تیمار در سطح ۱٪ معنی‌دار بود اما اثر متقابل این دو معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین‌ها در رابطه با این دو صفت نشان داد که بیشترین میزان مربوط به گونه پوآ و دو گونه دیگر رتبه آماری یکسان دریافت کردند. همچنین بیشترین و کمترین میزان نسبت وزن تر ریشه به شاخساره و همچنین نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره به ترتیب در تیمار سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر نانو و تیمار سطح ۵ میلی گرم بر لیتر ماکرو مشاهده شد (شکل ۴-۱۲).



شکل۴-۱۲: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر وزن خشک شاخه به ریشه سه گونه چمن



شکل ۴-۱۳: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر وزن تر شاخه به ریشه سه گونه چمن

c =شاهد m1 = ماکرو ۵ میلی گرم در لیتر m2 = ماکرو ۱۵ میلی گرم در لیتر n1 = نانو ۵ میلی گرم در لیتر n2 = نانو ۱۵ میلی گرم در لیتر

همانطور که مشاهده می‌شود غلظت‌های بیشتر پاکلوبوترازول چه به صورت نانو و چه بـه صـورت ماکرو توانسته میزان وزن و عملکرد هر سه گونه چمن را بهبود ببخشد و غلظت های کمتر در مقایسه

با شاهد تأثیری نداشته اند. از عوامل موثر بر میزان وزن تر و خشک چمن‌ها در واحد سطح تراکم گیاه می‌باشد. رزمجو و همکاران (۱۹۸۹) برخلاف این نتایج اعلام کردند کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت مناسب، سبب بهبود تراکم چمن‌های فصل سرد می‌شود در حالی که غلظت‌های بالای آن می‌تواند تراکم چمن را کاهش دهد.

در همین رابطه گوپی و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشتند استفاده از پاکلوبوترازول سبب افزایش مقاومت گیاهان به تنش (کم آبی) می‌شود و گیاهان تیمار شده از رشد بهتری برخوردار می‌باشند. دکارسن و مک آدام (۱۹۹۵) گزارش کردند وزن بخش هوایی در اثر خشکی در سطوح مختلف، نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد. عباسیه و همکاران(۱۳۸۹) در کاربرد این ماده روی چمن لولیوم گزارش کرد عملکرد کاهش یافته است، اما فاطمه شاکری وهمکاران (۱۳۸۷) در کاربرد این ماده برروی توت‌فرنگی اعلان افزایش عملکرد را کرده است.

۴-۳- بررسی صفات فیزیولوژیک

جدول ۴-۳- تجزیه واریانس برخی از صفات فیزیولوژیک در اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر خصوصیات رشدی سه گونه چمن

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل کل	کلروفیل آ	کلروفیل ب	محتوای نسبی آب برگ	نشت الکترولیت
تکرار	۲	۰/۰۱۴ ^{ns}	۱/۸۵۶ ^{ns}	۰/۷۳۱ ^{ns}	۲۰۸/۴۶۷ ^{ns}	۱/۲۵۳ ^{ns}
گونه	۲	۰/۱۷۲*	۱۵/۰۸۲**	۱/۷۳۸**	۲۵۱۸۹/۰۴۲**	۱۵/۷۰۴^{ns}
پاکلوبوترازول	۴	۰/۲۰۶**	۳/۵۶۷**	۰/۴۳۵^{ns}	۱۵۱۳/۰۴۳**	۳۷/۹۱۷**
گونه در پاکلوبوترازول	۸	۰/۳۶۸**	۶/۸۷۱**	۰/۶۵۹**	۱۷۹۲/۳۵۵**	۲۱/۵۲۵*
خطا	۲۸	۰/۰۳۳	۰/۶۸۳	۰/۱۶۴	۲۳۴/۰۱۳	۷/۰۶۲
CV%		۱۰/۷۶	۱۰/۰۰	۱۴/۷۷	۲۸/۴۹	۲/۹۲

**** تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ - * تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ - ^{ns} تفاوت معنی داری وجود ندارد .**

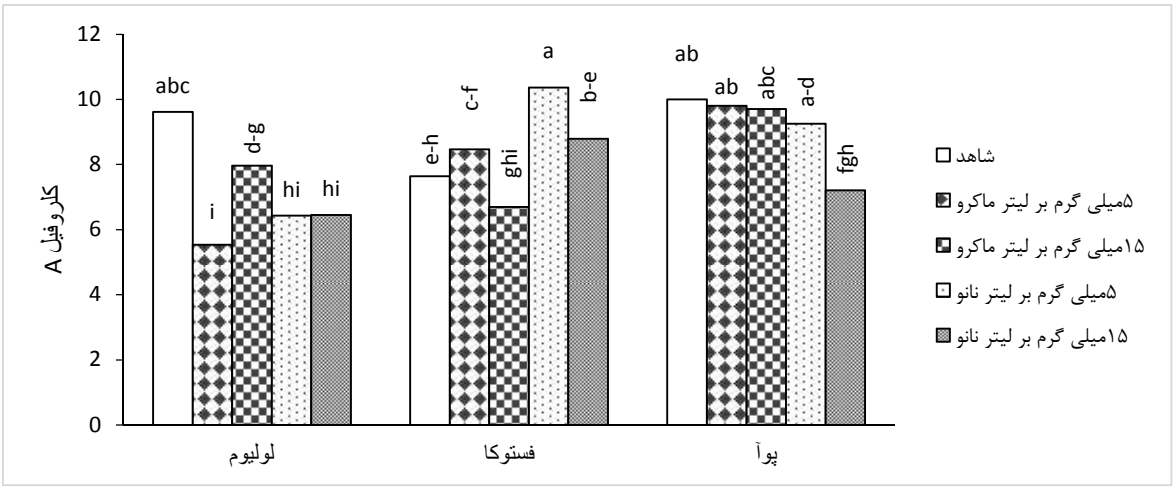
۴-۳-۱-کلروفیل کل

نتایج تجزیه واریانس برای محتوای کلروفیل a و کلروفیل کل برای اثر ساده گونه و تیمار و

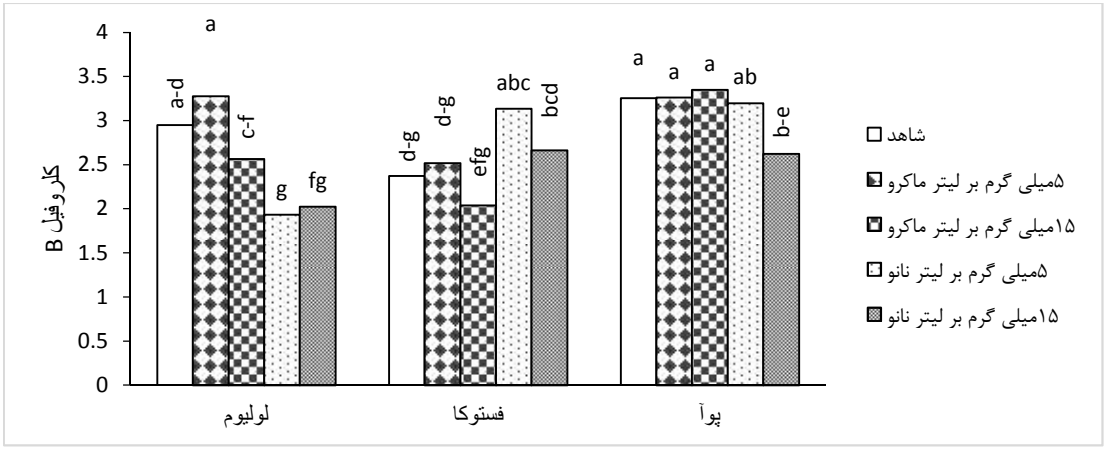
همچنین اثر متقابل گونه و تیمار در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. در مورد کلروفیل b نیز اثر متقابل گونه و تیمار سطح حداقل ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۴-۳). گونه پوآ نسبت به دو گونه دیگر میزان کلروفیل a، b بیشتری از خود نشان داد (شکل ۴-۱۴ و شکل ۴-۱۵) این در حالی است که میزان کلرفیل کل آن از بقیه گونه‌ها کمتر بود. بر طبق مقایسه میانگین‌ها برای کلروفیل a تنها تیمار ۱۵ میلی گرم ب لیتر نانو (سطح ۲ نانو) این کلروفیل را در برگ‌ها کاهش داد و دیگر تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. اما بیشترین مقدار کلروفیل a در همه گونه‌ها مربوط به تیمار شاهد بود (شکل۴-۱۴). نمودار مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل برای کلروفیل a برای هر گونه اثرات متفاوتی را نشان می‌دهد، به این صورت که در مورد گونه لولیوم تیمارها میزان این کلروفیل را دربرگ‌ها کاهش داده‌اند. برای گونه فستوکا همه تیمارها به جز تیمار ۱۵ میلی گرم بر لیتر ماکرو میزان این کلروفیل را نسبت به شاهد افزایش دادند و در نهایت گونه پوآ تنها در تیمار سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر نانو میزان کلروفیل به شدت کاهش یافته و دیگر تیمارها با شاهد تفاوت معنی داری ندارد (شکل ۴-۱۴) در نهایت در مورد کلروفیل کل نیز گونه لولیوم بیشترین میزان کلروفیل را نسبت به دو گونه دیگر به خود اختصاص داده است. مشاهده می‌شود که سطح ۵ میلی گرم بر لیتر ماکرو در لولیوم (۱/۰۵) نسبت به دیگر تیمارها و حتی تیمار شاهد (۲/۱۴) میزان کلروفیل را کاهش داد. در گونه لولیوم هیچ یک از تیمارها در میزان کلروفیل نسبت به شاهد کاهش افزایش نشان ندادند و بیشترین کاهش مربوط به تیمار سطح ۵میلی گرم بر لیتر ماکرو می‌باشد، برعکس در گونه فستوکا تنها تیماری که منجر به کاهش معنی‌دار کلروفیل نسبت به شاهد شده است تیمار سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر ماکرو می‌باشد نهایتا در گونه پوآ از لحاظ آماری تمامی تیمارها در مقایسه با شاهد رتبه آماری کمتری دارند (شکل ۴-۱۶).

دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنش از جمله شاخص‌های فیزیولوژیکی مقاومت به تنش است. تهرانی‌فر و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند محتوای کلروفیل برگ گراس‌ها با کاهش میزان آب تقلیل می‌یابد. تنش خشکی باعث فعالیت بیش‌تر آنزیم کلروفیلاز و همچنین افزایش ساخت

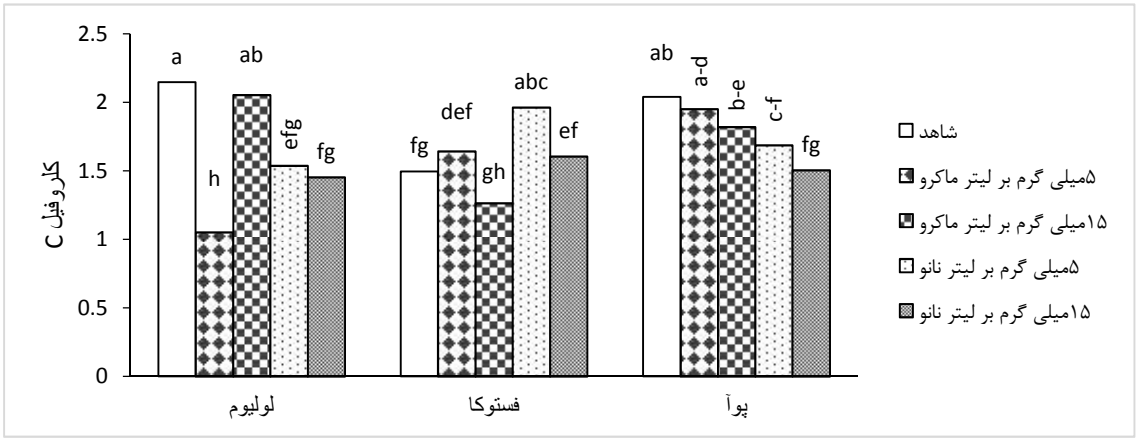
برخی از مواد تنظیم کننده رشد مانند اسید آبسیزیک و اتیلن می‌شود که منجر به تخریب و کاهش میزان کلروفیل در برگ‌ها و کاهش شدت رنگ می‌گردد (گودفلو و بارخام، ۱۹۷۴). جوانگ و فری (۱۹۹۸) نیز کاهش غلظت کلروفیل را در تنش خشکی گزارش کرده و دلیل این کاهش را تخریب غشا در اثر تنش اکسایشی عنوان نمودند. (زو و هوانگ، ۲۰۱۱) در مطالعات خود نشان داد که افزایش در میزان فعالیت آنزیم کلروفیلاز سبب تجزیه کلروفیل می‌شود. کاهش سریع رنگریزه در "برومـوس اینرمیس" می‌تواند ناشی از افزایش هر چه بیشتر نشت یونی باشد، افزایش در نشت یونی موجب خسارت به غشای سلولی خواهد شد. بنابراین خشکی اثر مخرب خود را در غشای کلروپلاست‌ها نیز داشته و سبب کاهش میزان کلروفیل گردیده است (مسکن و هوآنگ، ۲۰۰۸). با بررسی داده ملاحظه می‌کنیم که تأثیرات پاکلوبوترازول چه در حالت نانو و چه در حالت ماکرو در هر گونه در جهت حفظ کلروفیل تحت تنش خشکی و سرما متفاوت بوده است. به نظر می‌رسد در مورد گونه پوآ تأثیر منفی داشته است و با بالا رفتن غلظت تیمار اثر تنش تشدید شده است و این نتیجه موافق با گزارش گاری و جان (۱۹۹۸) در بررسی اثر کند کننده رشد پریمو در گیاهان فضای سبز است و در تضاد با نتایج رزمجو و همکاران بوده است، اما در گونه فستوکا تنها سطح ۵ میلی گرم بر لیتر نانو اثرات مثبت قابل توجهی داشته است. مصطفی فاضلی (۱۳۹۱) در بررسی اثر پاکلوبوترازول در روی چمن فستوکا و پوآ گزارش داد اعمال تیمار سبب افزایش میزان کلروفیل نسبت به شاهد شده است. فاطمه شاکری و همکاران (۱۳۸۷) در تأثیر پاکلوبوترازول در توت‌فرنگی نیز همین نتایج را اعلام کردند.



شکل ۴-۱۴ : : اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر کلروفیل A سه گونه چمن



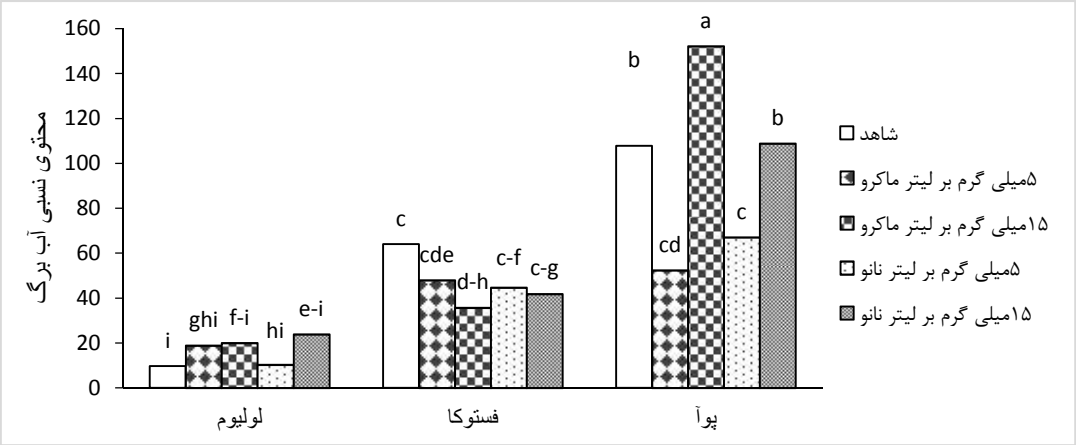
شکل ۴-۱۵: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر کلروفیل B سه گونه چمن



شکل ۴-۱۶ : اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر کلروفیل کل سه گونه چمن

۴-۳-۲- محتوای آب نسبی

نتایج تجزیه واریانس برای محتوی آب نسبی اثرات اصلی گونه وتیمار در سطح ۱٪معنی‌دار و همچنین اثر متقابل گونه و تیمار در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد کاربرد تیمار سطح۱۵ میلی گرم بر لیتر ماکرو در گونه پوآ بالاترین مقدار محتوای نسبی آب برگ (۱۵۲/۲)را ایجاد می‌کند. پس از آن بیشترین مقدار محتوای نسبی آب برگ به ترتیب به گونه پوآ همراه با سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر نانو مربوط می‌شود. در حالی‌که پایین‌ترین مقدار محتوای آب برگ به گونه لولیوم شاهد بدون کاربرد تیمار(۹/۶۷)، تعلق دارد (شکل ۴-۱۷).



شکل ۴-۱۷: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر محتوی نسبی آب برگ سه گونه چمن

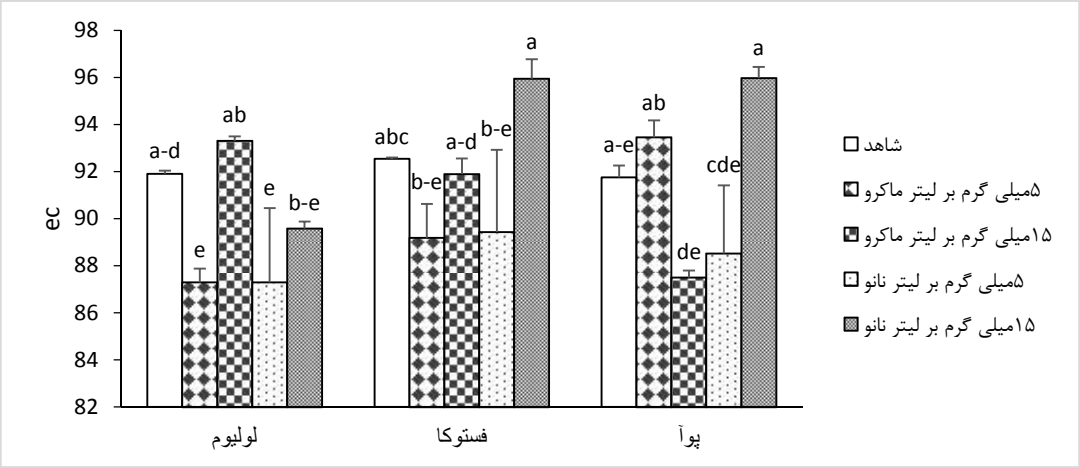
نتایج حاصله بیانگر بهبود محتوی نسبی آب برگ توسط سطوح ۱۵ میلی گرم بر لیتر تیمار ماکرو و نانو پاکلوبوترازول در گونه پوآ بوده که این یافته با اعلامی و همکاران (۱۳۹۰) بر روی چمن لولیوم پرنه مطابقت داشت. این درحالی است که در گونه فستوکا هیچ یک از تیمارها نه تنها قادر به حفظ محتوای آب برگ نسبت به شاهد در شرایط تنش خشکی نبودند، بلکه با اثر منفی محتوای آن را کاهش دادند. در نتایج وانگ (۲۰۱۶) با عنوان تأثیر غلظت های مختلف پاکلوبوترازول لولیوم پرنه در تنش خشکی فقط در تیمار های تنش سی روز کاهش این صفت را نسبت به شاهد مشاهده کرد و در بقیه روزهای تنش با افزایش روبه رو شد.

اما در گونه ولویوم تنها سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر نانو توانست محتوای آب برگ چمن را بیشتر از شاهد حفظ کند. شیخ محمدی و همکاران (۲۰۱۶) در اثر پاکلوبوترازول روی گونه لولیوم در شرایط تنش خشکی افزایش میزان محتوی نسبی آب برگ را گزارش کرد و همچنین حسین قاسمی (۱۳۹۳) در تأثیر این ماده بروی چمن پوآ فقط این افزایش را در سطح ۴۰ درصد تنش دید. فو و همکاران (۲۰۰۴) کاهش مقدار RWC را با افزایش تنش خشکی در جنس‌های مختلف چمن گزارش کردند.

در نتایج مصطفی اعلامی (۲۰۱۲) مشاهده می‌شود که پاکلوبوترازول روی چمن لولیوم در سطح تنش و بدون تنش معنی‌دار نشده است. و همچنین علیزاده و همکاران (۲۰۱۴) نیز در تأثیر پاکلوبوترازول در تنش سرمایی روی گیاه لوبیا سبز همین نتیجه را اعلام کرد.

۴-۳-۳- نشت یونی

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۳) اثر تیمار در سطح یک درصد و اثر متقابل تیمار و رقم در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. که تیمار نانو سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر بیشترین مقدار و تیمار نانو سطح ۵ میلی گرم بر لیتر کمترین مقدار را نسبت به شاهد داشتند و در اثر متقابل نیز تیمار نانو ۱۵ میلی گرم بر لیتر درگونه پوآ (۵۹/۹)و فستوکا و در رقم لولیوم بیشترین مقدار مربوط به ماکرو سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر بود. کمترین مقدار مربوط به نانو سطح ۵ میلی‌گرم بر لیتر در چمن لولیوم (۸۷/۲) و ماکرو سطح یک در چمن فستوکا و کمترین مقدار در چمن پوآ نیز مربوط به ماکرو سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر بود.



شکل ۴-۱۸- اثر پاکلوبرازول و نانو کپسول پاکلوبرازول بر نشت یونی سه گونه چمن

"جیانگ" و "هوانگ" (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای روی "تال فسکیو" و "چمن آبی" دریافتند، تنش خشکی سبب کاهش کیفیت و افزایش نشت الکترولیتی در گونه‌های مذکور می‌شود که شدت کاهش در طول مدت تنش متفاوت است. حفظ پایداری غشاها در برابر تنش خشکی فاکتور مهمی در رابطه با تحمل گیاهان به تنش است. غشاهای سلولی اولین بخش‌هایی از گیاه هستند که تحت تأثیر بسیاری از تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند (مک کان و هوانگ، ۲۰۰۸) اندازه‌گیری نشت محلول‌ها از غشاء سلولی روشی برای تخمین نفوذپذیری غشاء در ارتباط با تنش‌های محیطی، رشد و نمو است. در سلول‌های تحت تنش، یون‌ها و مواد به بیرون از غشاء نفوذ می‌کنند که نشان از تخریب غشاء دارد. در بسیاری از آزمایشات مشخص شده است که تحت تنش خشکی میزان نشت یون افزایش پیدا می‌کند (یو و هوانگ، ۲۰۱۱) و (مک کان، ۲۰۰۷) . "فو" و "هوانگ" (۲۰۰۱) گزارش کردند تنظیم کننده ترینگزاپک اتیل موجب کاهش نشت الکترولیت چمن "کنتاکی بلوگراس" (*Poa pratensis L.*)، در شرایط تنش خشکی می‌گردد.

شیخ محمدی و همکاران (۲۰۱۶) در تأثیر پاکلوبوترازول در تنش خشکی برروی چمن لولیوم کاهش نشت الکترولیت را نسبت به شاهد گزارش کرد. ولی در نتایج حسین قاسمی در کاربرد این ماده در چمن پوآ تحت شرایط تنش خشکی فقط در در سطح تنش ۶۰ درصد و در دز ۱۵ میلی‌گرم در لیتر کاهش معنی‌دار نشت یونی نسبت به شاهد در همان سطح را می‌شود مشاهده کرد و در بقیه

سطوح تنش وغلظت‌ها معنی‌دار نشده است. مرتضی اعلامی (۱۳۸۹) نیـز در تـأثیر ایـن مـاده بـرروی چمن لولیوم اثر معنی‌داری را در اعمال دور آبیاری و آبیاری روزانه مشاهده نکرد.

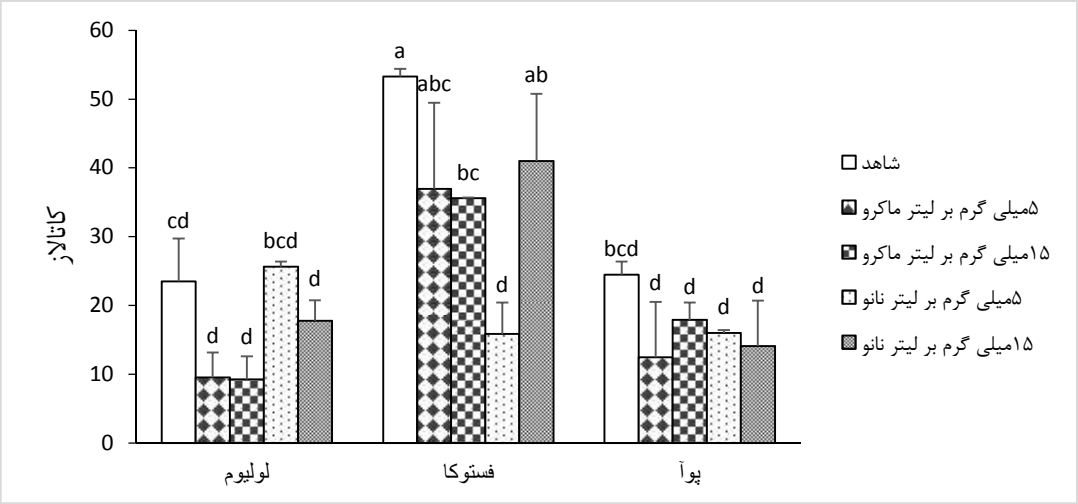
جدول۴-۴: تجزیه واریانس برخی از صفات فیزیولوژیک در اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر روی خصوصیات رشدی سه گونه چمن

منابع تغییر	درجه آزادی	کاتالاز	کمبود اشباع نسبی	گوانیکول پروکسیداز	پروتئین
تکرار	۲	۴/۴۴۴ ns	۱۳۷/۲۷۶ ns	۵۰/۴۳۳ ns	۰/۰۰۵ ns
گونه	۲	۱۸/۰۶۶**	۴۸۸/۸۸۴**	۱۱۵۸/۵۴۸*	۰/۰۳۴**
پاکلوبوترازول	۴	۳/۶۶۷**	۱۶/۴۸۱ns	۱۱۳۲/۱۹۴**	۰/۰۳۰**
گونه در پاکلوبوترازول	۸	۲/۶۷۵*	۱۵۱/۵۹۷**	۵۱۸/۸۲۶*	۰/۰۲۵**
خطا	۲۸	۱/۱۴۵	۴۵/۶۲۹	۲۲۰/۱۲۹	۰/۰۰۳
Cv%		۲۳/۲۵	۲۷/۸۸	۲۷/۱۲	۱۱/۲۸

**** تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ - * تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ - ns تفاوت معنی داری وجود ندارد .**

۴-۳-۴- فعالیت آنزیم کاتالاز

مطابق با (جدول ۴-۴) برای فعالیت کاتالاز اثر ساده گونه در سطح احتمـال ۱٪ و همچنـین اثـر ساده تیمار و اثر متقابل دو فاکتور در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شده است. همان طور که (شکل ۴-۱۹) نشان می‌دهد بیشترین فعالیت کاتالاز در کل مربوط به گونـه فسـتوکا مـی‌باشـد و همـین طـور بیشترین و کمترین فعالیت این آنزیم به ترتیب در تیمار شاهد گونه فستوکا (۵۳/۳) و تیمار سطح ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر ماکرو در گونه لولیوم (۹/۲) قابل مشاهده است. در هر سه گونه تیمار پـاکلوبوترازول چه در حالت نانو و چه در حالت ماکرو توانسته فعالیت این آنزیم را نسـبت بـه شـاهد کـاهش دهـد و بیشترین میزان کاهش نسبت به شاهد مربوط به تیمار سطح ۵ میلی گرم بر لیتر نانو در گونه فستوکا می‌باشد.



شکل ۴-۱۹: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر آنزیم کاتالاز سه گونه چمن

بسیاری از گونه‌های گیاهی دارای سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی برای محافظت از سلول‌ها از تنش اکسیداتیو ناشی از تنش خشکی هستند، یکی از این مکانیسم‌های دفاعی افزایش در فعالیت آنزیم کاتالاز، است. از طریق افزایش فعالیت این آنزیم گونه‌های فعال اکسیژن در گیاه کاهش می‌یابند در نتیجه میزان تنش‌های اکسیداتیو که باعث خسارت به سلول می‌شوند کاهش می‌یابند. "ژانگ" و "اسمیت" در تحقیقی در سال ۲۰۰۰ نشان دادند چمن "کنتاکی بلوگراس" که دارای فعالیت آنزیمی بیشتری است مقاومت بهتری به تنش خشکی دارد زوژانگ و اسمیت با مطالعه بر روی دو چمن "کنتاکی بلوگراس" و "فتان" دریافتند، افزایش مقاومت به خشکی مرتبط با میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی دارد. همچنین با کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر روی چمن "کریپینگ بنت گراس"دریافتند که این مواد موجب افزایش فعالیت آنزیمی سوپر اکسید دیسموتاز و افزایش مقاومت به خشکی شد. از آنجایی که فعالیت چرخه کالوین برای تولید کربوهیدرات و فتوسنتز در زمان تنش محیطی کاهش می‌یابد (راندمان انتقال الکترون کاهش می‌یاید). انرژی اضافی ممکن است برای انتقال اکسیژن کاهش یابد در نتیجه میزان تولید گونه‌های فعال اکسیژن افزایش یافته وگیاه متابولیت‌های آنتی اکسیدانی و آنزیم‌هایی را برای محافظت از سلول‌های گیاهی تولید می‌کند. ترینگزاپک باعث

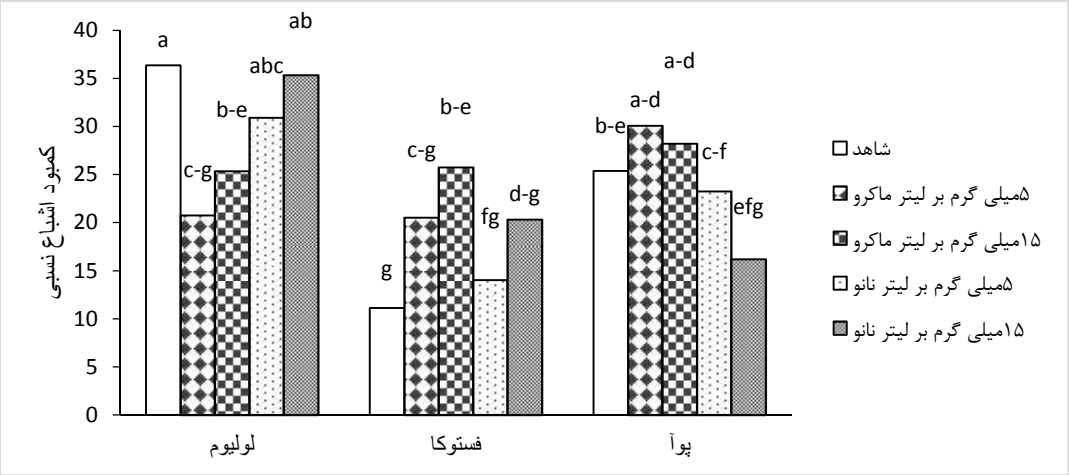
افزایش کربوهیدرات غیر ساختاری، محتوای کلروفیل و فعالیت آنزیم کاتالاز می‌شود این عمل را تحت تنش خشکی به نظر می‌رسد با افزایش در میزان پروتئین‌هایی دخیل در فعالیت گونه‌های فعال اکسیژن، تخریب پپتید خاص و تغییر در فرایندهای چرخه سلولی انجام می‌دهد. نتایج حاصل از تحقیقی نشان می‌دهد گیاهان تیمار شده با TE با تنظیم در میزان آنزیم کاتالاز باعث تجمع در پروتئین‌های آنتی‌اکسیدانی در گیاه می‌شود که می‌تواند منجر به مقاومت گیاه به تنش‌های اکسیداتیوی ناشی از تنش خشکی شود. (ژانگ و اسمیت , ۲۰۰۰).

شایون و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند کاربرد تنظیم کننده های رشد مثل پاکلوبوترازول تأثیری بر میزان فعالیت کاتالاز در چمن برموداگراس نداشت. همچنین محمدی و همکاران (۱۳۹۴) عدم تأثیر پاکلو بوترازول بر فعالیت این آنزیم را در چمن زویسیا تایید می‌کنند.

۴-۳-۵-کمبود اشباع نسبی

در مورد این صفت نیز اثرات اصلی گونه و تیمار در سطح ۱٪ و همچنین اثر متقابل این دو در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری از خود نشان داد (جدول ۴-۴) مقایسه میانگین‌ها بیانگر این بود که پایین‌ترین میزان RSD در شاهد گونه فستوکا و بالاترین این میزان زمانی که برای شاهد گونه لولیوم چمن، مشاهده شد در کل گونه فستوکا نسبت به دو گونه دیگر میزان کمبود اشباع نسبی کمتری داشت. RSD پایین در یک رقم نشان‌دهنده‌ی مقاومت بالاتر آن رقم به تنش خشکی است (اکبر زاده، ۱۳۹۲).

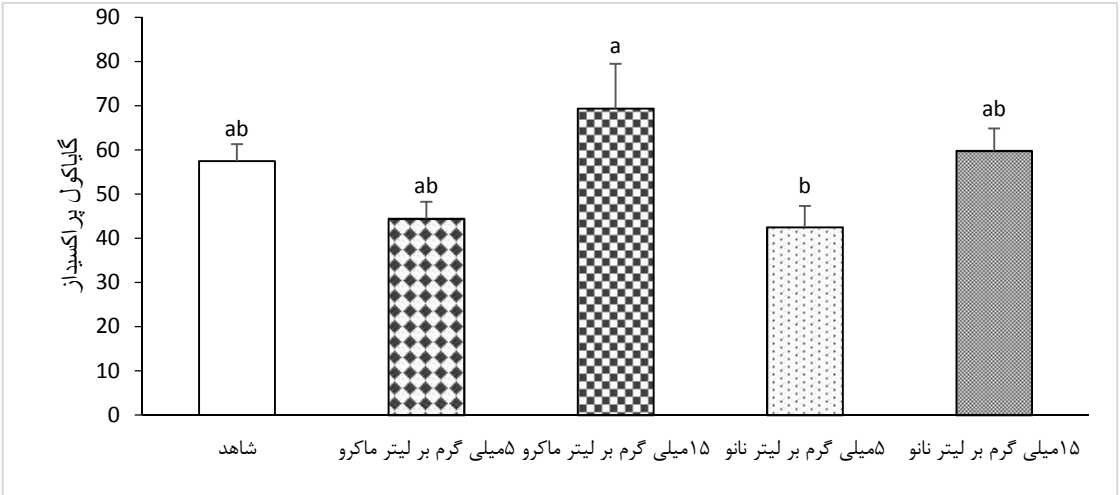
و در چمن لولیوم همه تیمار ها سطح RSD را کاهش دادند که تیمار ماکرو سطح ۵ میلی گرم بر لیتر کمترین میزان را داشت و در چمن فستوکا تقریبا تمامی تیمار ها سطح بالاتری را نسبت به شاهد داشتند و در چمن پوآ فقط تیمار نانو سطح ۵ و ۱۵میلی گرم بر لیتر کاهش RSD را نشان داد.



شکل ۴-۲۰: اثر پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر کمبود اشباع نسبی سه گونه چمن

۴-۳-۶-آنزیم گایاکول

طبق (جدول ۴-۴) اثرات اصلی گونه و تیمار و همچنین اثر متقابل این دو مطابق با جدول تجزیه واریانس فاکتور در سطح ۱٪ تفاوت معنی داری نشان دادند. بیشترین و کمترین میزان این آنزیم به ترتیب مربوط به گونه پوآ تحت تیمار سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر ماکرو (۹۵/۳) و گونه پوآ تحت تیمار سطح۵ میلی گرم بر لیتر نانو (۳۴/۴) می‌باشد.

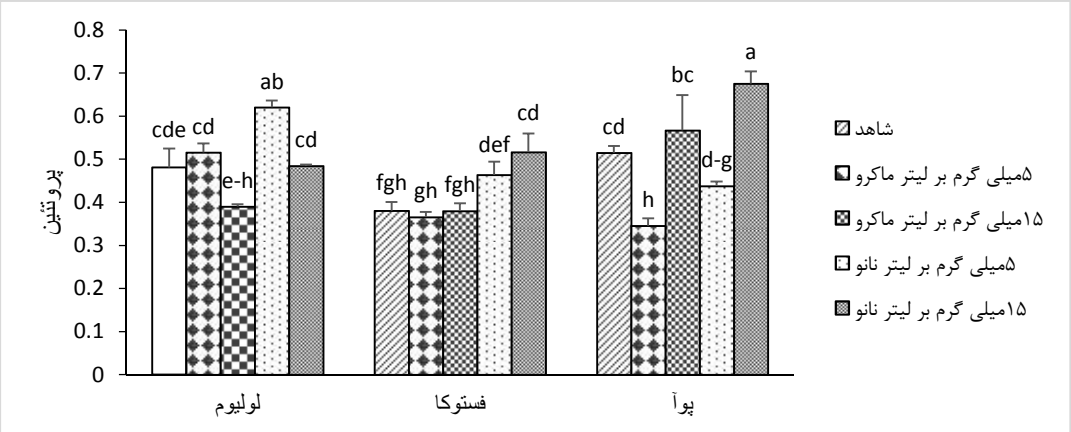


شکل ۴-۲۱: اثر غلظت های مختلف پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر آنزیم گایاکول پراکسیداز سه گونه چمن

به نظر می‌رسد تیمار سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر ماکرو پاکلو بوترازول در گونه لولیوم و پوآ به شدت تأثیر منفی گذاشته و اثر تنش خشکی و سرما را تشدید کرده است و موجب افزایش قابل توجه میزان این آنزیم در گیاه شده است. در گونه لولیوم هیچ یک از تیمارها نتوانسته‌اند با توجه به کاهش این آنزیم در تیمارها به طور معنی‌داری از تولید این آنزیم در گیاه تحت تنش جلوگیری کنند. این در حالی است که در گونه فستوکا تیمار سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر ماکرو و سطح ۵ میلی گرم بر لیتر نانو به طور قابل توجهی میزان این آنزیم را در گیاه کاهش داده‌اند و نهایتا در گونه پوآ مشهود است که همه ی تیمارها به جز تیمار سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر ماکرو قادر بوده‌اند از تولید این آنزیم در شرایط تنش جلوگیری کنند. و در نهایت در بین تیمارهای اعمال شده تیمار سطح ۵ میلی گرم بر لیتر نانو پایین‌ترین میزان این آنزیم را به خود اختصاص داده است.

۴-۳-۷- پروتئین

این صفت طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۴) در اثر رقم در سطح پنج درصد و در اثر تیمار در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. ولی اثر متقابل رقم در تیمار معنی‌دار نشده است. در بین چمن‌ها بیشترین پروتئین را چمن پوآ داشته است وکمترین میزان پروتین را چمن فستوکا به خود اختصاص داده است. و در بین تیمارها بیشترین میزان پروتئین را سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر نانو (۰/۶۷) و کمترین میزان را سطح یک ماکرو (۰/۳۴) داشته است.



شکل ۴-۲۲: اثر غلظت های مختلف پاکلوبوترازول و نانو کپسول پاکلوبوترازول بر پروتئین سه گونه

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این آزمایش در مورد کاربرد انواع مـاکرو و نـانو محلـول پاشـی پـاکلوبوترازول در بستر کشت گونه‌های مختلف چمن در شرایط قطـع آبیـاری (شـرایط تـنش خشـکی) نشـان داد کـه خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و عملکردی هر سه گونه چمن در شرایط تنش خشکی کاهش یافت و با توجه به اینکه چمن‌ها از گیاهان حساس به شرایط کم آبی می‌باشد، خصوصـیات مـذکور بـا استفاده از کند کننده رشد عملکرد بهتری را نشان داد. در واقع گونه‌هـای مختلـف چمـن نسـبت بـه خشکی مقاومت متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. چمن پوآ با حفظ محتوای نسبی آب بـرگ بیشـتر، کمبود اشباع نسبی و نشت الکترولیت کمتر منجر به حفظ شادابی و صفات کیفی پوشش چمنی شد و در واقع چمن فستوکا تحمل به خشکی بهتری نسبت به دو گونه دیگر از خود نشان داد. این در حالی است که گونه لولیوم پرنه بی‌کیفیت‌ترین چمن را ایجاد کرد.

همچنین غلظت های مختلف پاکلوبوترازول زمانی که به کار رفتند، عملکرد متفاوتی تحت تنش خشکی از خود نشان دادند. در واقع نوع و غلظت کند کننده رشد ، اثرات متفاوتی را برصفات ذکر شده در بالا در چمن قرار گرفته تحت تنش خشکی نشان داد. در این آزمایش پاکلوبوترازول، به عنوان کند کننده رشد تحت شرایط قطع آبیاری و کاهش رطوبت خاک در اثر تنش خشکی تأثیر معنی داری بر صفات مرفولوژیک و فیزیولوژیک چمن‌های مورد مطالعه نسبت به شاهد داشت. نتایج نشان داد پاکلوبوترازول در صفات رنگ، بافت، نرمی، آب از دست رفته برگها، کیفیت کلی، تأثیری نداشته و در صفات ارتفاع، وزن تر و خشک، پهنای برگ، نسبت وزن تر و خشک ریشه به شاخساره، کلروفیل، محتوی نسبی آب، نشت یونی، آنزیم کاتالاز ، کمبود اشباع نسبی، آنزیم گایاکول و پروتئین باعث تغییرات معنی دار شده. با توجه به نتایج آزمایشات به طور کلی از تیمار پاکلوبوترازول ۱۵ میلی گرم در لیتر نانو کپسول شده نسبت به سایر غلظت های نانو و ماکرو در بعضی صفات مورد اندازه گیری تاثیر بیشتری را داشته است اما برای پیشنهاد شدن بهترین تیمار نیاز به بررسی‌های بیشتری است.

پیشنهادات

با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهادات زیر توصیه می شود:

۱) استفاده از مواد کند کننده رشد و ضد تنش طبیعی بجای مواد شیمیایی

۲) استفاده از علفکشهایی که به مقدار دز کمتر تـأثیر کنـد کننـدگی بـدون اثـرات مضـر را دارا هستند

۳) کاربرد بر روی دیگر گیاهان موجود در فضای سبز که نیاز به هرس مداوم دارند مانند ترون و زرشک و گونه های پوششی

۴) انتخاب کند کننده رشدی که در همه گونه‌ها اثر مثبت بیشتری را داشته باشد

۵) انجام آزمایشات در حد تک بوته و در سطح وسیع‌تر و در شرایط کنترل و محیط بیرون

۶) انجام آزمایشات فیزیولوژیکی بیشتر برای نتیجه گیری دقیق‌تر و بهتر در تأثیر ماده به صورت نانو و میکرو با توجه به تأثیرات متفاوت هورمون‌ها بـا توجـه بـه غلظـت و روش‌هـای کـاربرد مختلف

۷) اعمال استرس‌ها به صورت جدا و با هم به صورت‌های مختلف و مشـابه تـر بـه اسـترس‌هـای طبیعی منطقه

۸) استفاده از نانو کپسول با پوشش‌های نازک و ضخیم‌تر و بررسی میزان رهـایش و رانـدمان در طی بازه زمانی مشخص.

۹) انتخاب بهترین زمان برای استفاده در فصول مختلف برروی گیاه

۱۰) استفاده از دیگر روش‌های نانو کپسوله و بررسی اثرات آنها

۱۱) بررسی شرایط نگهداری و انبارداری بر کیفیت میکرو و نانو کپسول های تولید شده.

منابع مورد استفاده:

احمدی، ح. ۱۳۸۶ . فناوری نانو نگرش هزاره سوم ، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران.

اعتمادی، ن. وفولادی، ح. ۱۳۸۸. مدیریت چمن در مناطق معتدله. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.

اعلامی، م.، تهرانی فر، ع.، داوری نژاد، غ.، و سلاح ورزی، ی. ۲۰۱۱. بررسی اثر سوپرجاذب، پاکلوبوترازول و دور آبیاری بر خصوصیات کیفی و رشد چچم (*Lolium perenne cv. Barbal*) در شرایط آب و هوایی مشهد. علوم باغبانی.

اعلامی، م. ۱۳۸۹. بررسی اثر سوپر جاذب و پالکوبوترازول بر کاهش نیاز آبی چمن لولیوم. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

اعلامی، م.، تهرانی فر، ع.، داوری نژاد، غ.، سلاح ورزی، ی. ۱۳۹۰. بررسی اثر سوپرجاذب (*Lolium perenne cv. Barbal*)، درشرایط آب وهوایی مشهد. نشریه علوم باغبانی ،25(3): 288-295.

اکبرزاده، م. ۱۳۹۳. تأثیرکم آبیاری بر روی صفات ظاهری و رشدی چمن های بوفالوگراس، چمن آفریقایی و فستوکا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

اکبری، م.، پیریایی، ع.، صالحی، ح.، و سپهری فر، ذ. ۱۳۹۳. بررسی اثر کند کننده های رشد گیاهی بر ویژگی های کمی و کیفی چمن ورزشی. اولین کنگره ملی گل و گیاهان زینتی ایران،.

امیری خواه، ر. ۱۳۹۰. اثر ترینگزاپک اتیل بر کیفیت ظاهری و کاربردی چمن رای گراس دائمی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.

انصاری، ح.، و عظیمی، ن. ۱۳۹۰. بررسی اثر کم آبیاری وسطوح مختلف نیتروژن بر برخی پارامتر های کمی وکیفی چمن. مرکز پژوهشهای شورای اسلامی شهر مشهد.

آرتکا، ر.۱۹۵۰ . کاربرد مواد رشد گیاهی، مبانی فیزیولوژی. ترجمه حجازی،الف،.انتشارات دانشگاه

تهران.

آلیانی، ح.، ایمانی، ع. و اکبرپور، ا. ۱۳۹۲. بررسی اثر پاکلوبوترازول بر برخی از پارامترهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه زینتی اسطوخودوس در شرایط تنش خشکی. اولین کنفرانس ملی الکترونیکی علوم کشاورزی و محیط زیست.

حمیدی، آ.، دری، ح.، متقی، ع. ۱۳۹۰. اثر محلول‌پاشی ذرات نانو و میکرو آهن بر کیفیت بذر لوبیا چیتی .وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه محقق اردبیلی - دانشکده کشاورزی

باباش پور اصل، م. ۱۳۸۹. کاشت علمی و عملی چمن. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، مراغه.

بابایی، ک.، امینی‌دهقی، م.، مدرس ثانوی، ع.م. و جباری، ر. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد تیمول در آویشن (*Thymus vulgaris L.*)، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۶: ۲۳۹-۲۵۱.

بیات، س.، سپهری، ع.، زارع ابیانه، ح.، و عبدالهی، م. ر. ۱۳۸۹. اثر اسید سالیسیلیک و پاکلوبوترازول بر برخی شاخصهای رشد و عملکرد ذرت تحت تنش خشکی. فصلنامه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲(۱):۴۰-۳۴.

پاسبان اسلام، ب.، تقی‌پور،ع. و وصالی، غ. ۱۳۹۲. نگرشی بر فضای سبز کلان شهر تبریز. اولین همایش ملی راهکارهای توسعه فضای سبز کلان شهر تبریز، سازمان پارک ها وفضای سبز شهرداری تبریز،۱۵-۷.

پیراحمدی، ل.، شکاری، ف.، جوانمرد، ع.، و نوری، ک . ۱۳۹۳. بررسی تغییرات برخی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گندم بهاره (رقم پیشتاز) بر اثر کاربرد پاکلوبوترازول. اولین همایش ملی کشاورزی، محیط زیست و امنیت غذایی.

تارتاری، م.، فتوحی قزوینی، ر.، اعتمادی، ن. و موسوی، آ. ۱۳۹۲. مطالعه واکنش های

مورفولوژیکی ، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی چمن *Poa pratensis L* رقم Barimpala تحت تنش خشکی. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۴(۳) :۳۴۰-۳۲۹.

تورانی ناطور، م. ۱۳۸۶. چمن و کاربرد آن در فضاهای سبز ورزشی و عمومی. انتشارات سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی کشور، تهران.

حقیقی، م. ۱۳۸۳. استفاده از ورمی کمپوست قارچ (SMC) در کشت چمن به روش هیدرومالچینگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

خیرابی، ج.، ع. توکلی، م. انتصاری و ع. سلامت، ۱۳۷۵. دستورالعمل‌های کم‌آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی.

ربانی خیرخواه، س.م. وکاظمی، ف. ۱۳۹۴. کم‌آبیاری راهکاری برای استفاده بهینه از آب در فضاهای سبز مناطق خشک. اولین همایش ملی فضای سبز کم آب، دانشگاه کاشان.

رضوی زاده، ر. و عموبیگی، م. ۱۳۹۲. تأثیر پاکلوبوترازول بر بهبود تحمل به خشکی در گیاهچه‌های کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط کشت درون شیشه ای. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۲(۱):۳۴-۲۲.

روحانی، غ. ۱۳۷۱. طراحی باغ واحداث فضای سبز. انتشارات فرهنگ جامع، چاپ دوم ،۱۸۴ص.

سعیدی پویا، ا. ۱۳۹۲. بررسی سازگاری اقلیمی و اثرکم آبیاری تنظیم شونده برتوده های مختلف گراس های فصل سرد بومی ایران و مخلوط بذری آن‌ها در مقایسه با مخلوط تجاری. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد.

سلاح ورزی ی.، تهرانی فر ع.، گزانچیان ع. و آرویی ح. ۱۳۸۸. بررسی پاسخ گراسهای بومی و وارداتی در چگونگی اجتناب از تنش خشکی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۹: ۲۰۴-۱۹۳.

سلاح ورزی، ی. ۱۳۸۶. بررسی اثرات تنش خشکی و آبیاری مجدد روی پاسخهای مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در گراسهای چمنی بومی و وارداتی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه

فردوسی مشهد.

شاکری، ف.، بانی نسب، ب، قبادی، س. و آروین، ج. ۱۳۸۸. اثر پاکلوبوترازول بر رشد رویشی و زایشی زردآلوی رقم لاسجردی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۹(۳): ۲۴۰-۲۳۱.

شاکری، ف.، بانی نسب، ب.، قبادی، س.، مبلی، م. ۱۳۸۷.گروه علوم باغبانی و دانشگاه صنعتی اصفهان. اثر غلظت و روش استفاده از پاکلوبوترازول بر رشد رویشی و زایشی توت فرنگی رقم سلوا (Fragaria× ananassa Duch. Cv. Selva).

شعبان، م.، منصوریفر، س.، قبادی، م. و صباغپور، س. ح. ۱۳۹۱. خصوصیات فیزیولوژیک ارقام نخود زراعی (*Cicer arietinum L.*) تحت اثر تنش خشکی و کود نیتروژنه آغازگر. مجله حبوبات،3 (1): 53-66.

شیخ محمدی، م.، ۱۳۹۲. کاربرد ترینگزاپک¬اتیل برای افزایش کیفیت ظاهری و مقاومت به تنش پاخوری دوگونه چمن فصل سرد. پایانامه کارشناسی ارشد باغبانی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

صفری,رشید , ولی زاده,رضا , کدخدایی,رسول , طهماسبی,عبدالمنصور , ناصریان,عباسعلی , و عبدی قزلجه,عین اله .۲۰۱۵. تأثیر روغن ماهی ریز پوشانی شده بر متابولیت‌های خون و ترکیب اسیدهای چرب شکمبه بزهای شیرده سانن .پژوهشهای علوم دامی ایران, ۶ .247-239 ,(3)

طالبی، ک. ۱۳۹۰. مدیریت و کاشت چمن. انتشارات سازمان شهرداری ها و دهیاریهای کشور ،قزوین.

عابدی کوپایی، ج.، و سلیمانی، ر. ۱۳۸۴. کم‌آبیاری روشی برای ارتقا بهره‌وری آب در کشاورزی. مجموعه مقالات همایش بهره‌وری آب در کشاورزی، اصفهان، ص. ۵۰-۵۸.

عباسیه، س.، اعتمادی، ن.، نادری، د.، و رضایی، ع. ۱۳۸۹. بررسی اثر پاکلوبوترازول بر برخی خصوصیات ظاهری چمن چاوداری *Lolium Perene. L*. پنجمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی.

فاضلی، م. ۱۳۹۱ . پایان نامه ارشد. تأثیر پاکلوبوترازول برروی مشخصات رشدی دو گیاه چمنی فستوکا و پوآ ، دانشگاه تبریز

فرهمند، ش. ۱۳۹۰. اثر ترینگزاپک اتیل بر خصوصیات ظاهری و مقاومت به سرمای سه رقم چمن برمودا‌گراس. پایانامه کارشناسی ارشد باغبانی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

فلاحیان، الف. ۱۳۸۰. چمن، فناوری احداث و نگهداری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد.

فلاحیان، الف. ۱۳۸۷. چمن، فناوری احداث و نگهداری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد.

قاسمی قهساره، م و کافی، م.، ۱۳۸۹، گلکاری علمی و عملی (جلد دوم)، چاپ سوم، اصفهان.

قاسمی، ح.، و جبار زاده، ز. ۱۳۹۳. پاسخ های رشدی و فیزولوژیکی چمن پوآ رقم یوروگراس به پیش تیمار بذور با پاکلوبوترازول تحت شرایط تنش خشکی. اولین کنگره ملی گل و گیاهان زینتی ایران،

قاسمی، ح.، جبار زاده، ز.، و حسنی، ع. ۱۳۹۳. تاثیر پاکلوبوترازول بر برخی خصوصیات کیفی و کارآیی مصرف آب دو رقم چمن پوآ. اولین کنگره ملی گل و گیاهان زینتی ایران،

قربانی، ط. ۱۳۹۱. بررسی اثرات تنش خشکی در گیاهان. سومین همایش ملی علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی فسا.

کافی، م.، و کاویانی، ش. ۱۳۸۱. مدیریت احداث و نگهداری چمن. انتشارات موسسه فرهنگی هنری شقایق روستا . ص.۲۳۰.

مطلوبی، م.، زارع نهندی، ف.، فاضلی، م. ۱۳۹۱. تأثیر پاکلوبوترازول بر روی مشخصات رشدی دو گیاه چمنی فستوکا و پوآ. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه تبریز - دانشکده کشاورزی.

نظامی، الف.، رضایی،ج. و علیزاده، ب. ۱۳۸۹. ارزیابی تحمل به تنش سرما در چند گونه علف چمنی با استفاده از ازمون نشت الکترولیت ها. نشریه آب و خاک ،۱۰۱۹-۱۰۲۶.

نگهبان و همکاران . ۱۳۹۲.اثر دورکنندگی اسانس نانوکپسوله شده گیاه درمنه (*Artemisia sieberi*

Besser) روی لارو شب پره پشت الماسی (*Plutella xylostella L* .).

نیک بخت، ع.، کیانی، ا.، و اعتمادی، ن. ۱۳۹۱. اصول مدیریت چمن. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان

Abraham, E. M., et al. 2004. Evaluation of drought resistance for Texas bluegrass, Kentucky bluegrass, and their hybrids. Crop science 44(5): 1746-1753.

Albouchi A, Béjaoui Z, El Aouni MH, 2003. Influence d'un stress hydrique modéré ou sévère sur la croissance de jeunes plants de Casuarina Glauca Sieb. Science et changements planétaires, Séchersesse. 3: 137-142.

Alizadeh, F. M., et al. 2016. Effect of Paclobutrazol and piriformospora indica inoculation on antioxidant enzymes activity and morphological characteristics of green beans (phaseoluse vulgaris l.) in chilling stress.

AL-Khassawneh, N.M., N.S. Karam and R.A. Shibli. 2006. Growth and flowering of black iris(Iris nigricans Dinsm.) following treatment with plant growth regulators. HortScience 107:187-193.

Arnon, D.S. 1940. Copper enzyme in isolated chloroplast polyphenol oxidase in Beta Vulgaris. J. *Plant Physiol*, 24: 1-15.

Arshady, R. (ed). 1999. Microspheres Microcap- sules and liposomes: general concepts and cri- teria. Pages11-45.In: Microspheres,Microcapsules and Liposomes. Preparation and Chemical Applications. Vol l. Citus Book Inc., London.

Arshady, R. 1999. In the name of particle formation. Colloids and Surfaces A: Physicochemical Engineering Aspects 153: 325-333.

Arzani ,K and H.R.Roosta .2004.affects of ppz on vegetative and reproductive growth and leaf mineral content of matur Apricot(prunusarmeniacal. Trees J.A agric. Sci.vol:43-55.

Barrs, H. D. and Weatherley, P. E. 1962. A reexamination of the relative turgidity technique for the estimating of water deficits in leaves. Australian Journal of Biological Sciences, 15, 413-428.

Batlang, U. 2006. Studies with triazoles to alleviate drought stress in greenhouse-grown maize (*Zea mays*) seedlings, Virginia Polytechnic Institute and State University.

Beard J. B., 1973. Turfgrass science and culture. Prentice-Hall. In Inc., Englewood

Cliffs, NJ.

Beard, J. B. 1985. Turfgrass water conservation strategies,Pros. of the 55th Annual of Michigan TurfgrassConrerence, 4:124-135.

Beard, J.B. and S.I. Sifers. 1997. Genetic diversity in dehydration avoidance and drought resistance within the cynodon and zoysia species. Int.Turf. Soci. 8:603-609

Beasley JS and Branham BE. 2007. Trinexapac-ethyl and paclobutrazol affect kentucky bluegrass single-leaf carbon exchange rates and plant growth. Crop Science, 47: 132-138.

Blum A., and Ebercon A. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Sci, 21:43-47.

Blum A., and Sullivan C.Y. 1986. The comparative drought resistance of landraces of sorghum and millet from dry and humid regions. Ann. Bot, 57:835-846

Bunderson, L.D, Johnson, P.G, Kopp, K.L., Dyke, A.V. 2009. Tools for evaluating native grasses as low maintenance turf. Technology and product reports, 19(3): 626-632

Bruneton, J., 1999. Pharmacognosy, Phytochemistry Medicinal Plants. Lavoisier Intercept, London, UK, 117-118.

Carsten H.D., and Mac Adam J.W. 2001. Effect of drought on growth, carbohydrates, and soil water use by perenni al ryegrass, tall fescue, and white clover. Crop Science, 41:156-166.

Carsten, H.D., and J.W. Macadam. 2001. Effect of drought on growth, carbohrdrates, and soil water use by perennial ryegrass, tall fescue, and white clover. Crop Science Society of America, 41: 156-166.

CHEN, Y., et al. 2008. A review for germplasm resources in Zoysia genus [J]. Pratacultural Science 1: 026.

Dere, S. Günes, T., and Sivaci, R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll - a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Turkish Journal of Botany, 22: 13-17.

Dunn, J.H., Minner, D.D., Fresenburg, B.F., Bughrara, S.S. 1994. Bermudgrass and cool season turf grass Mixtures: Response to simulated traffic. Agronomy journal, 86: 1016

Durand J.L., Onillon B., Schnyder H., Rademacher I. 1995. Drought effects on cellular and spatial parameters of leaf growth in tall fescue. J. Exp. Bot, 46:1147-1155

Ervin, E. H. and A. J. Koski. 2001. Trinexapac-ethyl increases Kentucky bluegrass

leaf cell density and chlorophyll concentration. Hort. Sci. 36: 787-789

Fletcher, R and Hofstra G , 1988. Triazoles as potential plant protectants. In: Sterol synthesis inhibitors in plant protection. Eds. DepBerg.MPlempel. Cambridge. Ellis. Horwood. Ltd, J.T.Davice, Proc.Int.cogr.surfact Activity.Vol.2,1957,pp,426

Frantz J.M., Locke J.C., Pitchay D.S., Krause C. R. 2005. Actual performance versus theoretical zdvantages of polyacrilamid hydrogelthroughout bedding plant production.Hortscience, 40(7)2040-2046.

Fresenburg B.S., Durm J.H., 2002. Trinexapac-ethyl restricts shoot growth and prolongs stand density of Meyer' zoysia grass fairway under shade. Hort. Science. 37, 3, 502–505.

Fu, J., and B. Huang. 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. Environ. Exp. Bot. 45:105–114.

Fu, J., J. Fry and B. Huang. 2004. Minimum water requirements of four turfgrasses in the transition zone. HortScience 39:1740-1744.

Gopi R., Abdul Jaleel C., Divyanair V., Azooz M.M., and Panneerselvam R. 2009. Effect of Paclobutrazol and ABA on Total Phenol Contents in Different Parts of Holy Basil (Ocimum sanctum). Academic Journal of Plant Sciences, 2 (2): 97-101.

Hartley, W. 1961. Studies on the origin, evolution, and distribution of the Gramineae. IV. The genus Poa L. Aust. J. Bot. 9: 152-161.

Heckman, N.L., R.E. Gaussoin., G.L. Horst and C.G. Elowsky. 2005. Growth regulator effects on cellular characteristics of two turfgrass species. Soc. Res. J. 10:857–861.

Huang B., Fu J. 2001. Growth and physiological responses of tall fescue to surface soil drying. Intl. Turfgrass Soc. Res. J, 9:291-296.

Huang, B., Duncan, R.R., Croow, R.N. 1997. Drought-resistance mechanisms of seven warm-season turfgrasses under surface soil drying: I. Shoot response. Crop Science, 37(6): 1858-1863.

Jagtap V., Bhargava S., Streb P., and Feierabend J. 1998. Comparative effect of water, heat and light stresses on photosynthetic reaction in (*Sorghum bicolor L.*). J. Exp. Bot, 49:1715-1721.

Jiang, H and J. Fry. 1998. Drought responses of perennial ryegrass treated with plant growth regulators. Hort. Sci. 33: 270–273.

Jiang, Y. and B. Huang. 2001. Drought and heat stress injury to two cool season turfgrass in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Sci. 41: 436.

Jiao J؛ Tsujita Mj و Murr Dp. 1986. Effects of paclobutrazol and A-Rest on growth, flowering, leaf carbohydrate and leaf senescence in 'Nellie White'Easter lily (*Lilium longiflorum Thunb*.). Scientia horticulturae ،30(1): 135-141.

Keshavars, L,. Farahbakhsh,. and Golkar, P. 2012. The Effects of Dought Stress and Super Absorbent Polymer on Morphysiological Traits of Pear millet (*Pennisetum glaucum*). International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 3(1): 148-154.

Kramer P.J. 1983. Plant water relations. Academic Press, New York. Kirk-othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, Vol: 15,470-493.

Kyparissis I., Petropoulon Y., and Manetas Y. 1995. Summer survival of leaves in a soft-leaved shrub (*Plumis fruticosa L. Labiatae*) under Midteranean field conditions: Avoidance of photoinhibitory damage through decreased chlorophyll contents. J. Exp. Bot, 46:1825-1831.

Madison, J. H. and A. H. Anderson. 1963. A chlorophyll index to measure turfgrass response. Agron. J. 55: 461–464.

Malik, C.P. and M.B. Singh. 1980. Plant enzymology and histo-enzymology-A text manual. Kalyani Publishers. New Delhi, India.

Marcom, K.B. 1998. Cell membrane thermostability and whole plant heat tolerance of Kentucky bluegrass. *Crop Sci*. 38: 1214-1218.

McCann SE, H.B. 2007. Effects of trinexapac-ethyl foliar application on creeping bentgrass responses to combined drought and heat stress. Crop Sci. 47:2121–2128.

McCann, S.T. and B. Huang. 2008. Drought responses of kentucky bluegrass and breeping bentgrass as affected by abscisic acid and trinexapac-ethyl. *HortScience* 133: 20–26.

McCullough, P. E., et al. 2005. Physiological Response of TifEagle 'Bermudagrass to Paclobutrazol. HortScience 40(1): 224-226.

Morgan, P.W. 1990. Effects of abiotic stresses on plant hormone systems. In: Stress Responses in Plants: Adaptation and Acclimation Mechanisms. PP. 113-146. Wiley-Liss, Inc.

Morris, K. N. 2002. A guide to NTEP turfgrass rating. A Publication of The National Turfgrass Evaluation Program, NETP, 11, 30-39. Physiology. CRC Press, Boca Raton, Fl.

Morris, K.N., Shearman, R.C. 2000. NTEP Turfgrass Evaluation Guidelines. www.ntep.org/pdf/ratings. 2013/5/30

Nishizawa, T. 1993. The effect of paclobutrazol on growth and yield during first year greenhouse strawberry production.ScientiaHortculturae, 54: 267-274.

Pande H., and Singh J.S. 1981. Comparative biomass and water status of four range grasses growth under two soil water conditions. Journal of Range Management, 34:480-484.

Pedrol, N., Ramos, P., and M.J. Riegosa. 2000. Phenotypic plasticity and acclimation to water deficits in velvet-grass: a long-term greenhouse experiment. Changes in leaf morphology, photosynthesis and stress-induced metabolites. *Plant Physiology. 157:383-393.*

Pinhero, R. G. and R. Fletcher 1994. Paclobutrazol and ancymidol protect corn seedlings from high and low temperature stresses. Plant growth regulation 15(1): 47-53.

P. Shah, D. Bhalodia, P. Shelat. Systemic review in pharmacy. (2010) vol.1, NO.1

Rademacher, W. 1995. Growth retardants: biochemical features and applications inhorticulture. ActaHorticulturae, 394: 57-73.

Razmjoo K., Imada T., Miyairi J. 1989.Effect of paclobutrazol pp333 growth regulator on growth and quality of cool_season turfgrasses. J.sport turf res.Inst, 70.126-132.

Remunan-Lopez.,C.YM.J.Alonso-Fernandez.1997.Microencapsulacion demedicamentos.577-609 PP. In:Vila Jato J.L.(ed.).Tecnologia farmaceutic a. Formas farmaeuticas (Vol. 1.).

Rensburg L.V., and Kruger G.H.J. 1994. Evaluation of components of oxidative stress metabolism for use in selection of drought tolerant cultivars of Nicotiana tabacum L. Plant Physiol, 143:730-737.

Sairam, R. K., K. Veerabhadra and G. C. Srivastava. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant. Sci. 163: 1037-1064

Salehi, h. and M. Khosh-Khui. 2004. Turf monoculture cool-cool and cool-warm season seed mixture establishment and growth responses. *Hort Science,* 39(7): 1732-1735.

Samar Raza, M.A., Saleem, M.F., Khan, I.H., Jamil, M., Ijaz, M., Khan, M.A. 2012. Evaluating the drought stress tolerance efficiency of wheat (triticum aestivum l.)

Cultivars. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, *12(12): 41-46.*

Scher, H.B. (ed.). 1999. Controlled-Release Delivery Systemes For Pesticides. Marcel Dekker, New York. 329 PP.

Shahrokhi Mahsa ؛Tehranifar Ali ؛Hadizadeh Haniye و Selahvarzi Yahya. 2010. Turfgrass Seedling Height and Quality in Paclobutrazol-Treated Seeds of Lolium perenne L. Barrage and Festuca arundinacea L. Master. Journal of Biological and Environmental Sciences ،4.*(۱۲)*

Shaoyun, Lu., C.n. Siping., C.n. Siman., L.n. Xiao and G.u. Zhenfei. 2003. Responses of proline pontent and activity of antioxidant enzymes in warmseason turfgrasses to soil drought stress. HortScience 30: 303-306.

Skirde, w. 1989. Performance of new cultivars of tall fescue (*Festuca arundinacea*) in pure sowings and Mixtures. In: Salehi, H., Khosh-Khui, M. (Eds.), Turf Monoculture Cool- Cool and Cool-Warm Season Seed Mixture Establishment and Growth Responses. *Hort Science, 1732-1735.*

Stier, J. C., and J. N. Rogers. 2001. Trinexapac-ethyl and iron effects on supina and Kentucky bluegrasses Under Low Irradiance. Crop Sci. 41: 457-465.

Tsuji,K.2001. Microencapsulation of pesticides and their improved handling safety. J. Microencapsul. 18: 137-147.

Turgeon, A.J. 1985. Turf grass management. Reston publishing, Virginia.

Turgeon, A.J. 1991. Turfgrass Management. Prentice-Hall, Inc.

Turgeon, A.J. 2002. Turf grass Management. Sixth Edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. In: Fresenburg, B.S. (Ed.) allelopathic effects and removal of overseeded ryegrass on bermudagrass. Phd thesis. University of Missouri. PP. 104.

Viera, H.J., Bergamaschi, H., Angelocci, L.R. and Libardi, P.L., 1991. Performance of two bean cultivars under two water availability regimes. II. Stomatal resistance to vapour diffusion, transpiration flux density and water potential in the plant (in Portugal).Pesquisa Agropecuária Brasileira, 9: 1035-1040.

Undabeytia, T., S. Nir,and M.J. Gomara. 2004. Clayvesicle interaction: fluorescence measurements and structure implications for slow release Microencapsulation of hebicides. Langmuir 20: 6605-6610.

Undabeytia, T., Y.G. Mishael, S. Nir, B. Papahadjopoulos-Sternberg, B. Rubin, E. Morillo, and C.Maqueda. 2003. Novel system for reducing leaching from

formulations of anionic herbicides: clay-liposomes. Environ**.** Sci. Techn. 19: 4475-4480.

Wang Jinghong et al. 2016. Effects of paclobutrazol on drought resistance of perennial ryegrass in different habitats. Grassland Science 33 (5): 926-934.

Wenger, 1983, us Patent 4-412-955.

Xin, C. 2009. Nano-preparation of TA and the Effect on the Growth of Mung Bean Seedling. Anhui Agricultural Science Bulletin 21: 025.

Xu, C., and B. Huang. 2011. Proteins and metabolites regulated by trinexapac-ethyl in relation to drought tolerance in Kentucky bluegrass. J. Plant Growth Regul. 31:25–37.

Xunzhong; Z. and R.E. Schmidt. 2000. Application of trinexapac-ethyl and propiconazole enhances superoxide dismutase and photochemical activity in Creeping Bentgrass (Agrostis stoloniferous var. palustris). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125:47–5

Abstract

A split plot experiment based on randomized complete block design. The type of grass was used as the main factor in three levels and paclobutrazol was applied as a sub factor in five levels. The results showed that paclobutrazol had no effect on color, texture, softness, lost water content, overall quality, and have caused significant changes in height, fresh and dry weight, leaf width, The fresh and dry weight ratio of the root to the shoots, chlorophyll, relative water content Ion leakage, catalase enzyme, relative saturation deficiency, guaiacol enzyme and protein. Growth of lolium species showed the highest growth and Poa species had the least growth, and in the height, macro paclobutrazol treatments were more than control but nano paclobutrazol treatments were about equal or less than to the control. In fresh and dry weights and leaf widths in two species Lolium and Poa were less than or equal to the control and in the Festuca species were more or equal than the control. Root weights in treatment with 5 mg / L macro paclobutrazol were the highest and the in treatment with 15 mg / L nano were lowest. The total chlorophyll content, except for Festuca, showed a decreasing trend in the other two species in treatments. The relative content of leaf water, except for the treatment of 15 mg / L macro paclobutrazol in Poa, was less than the equal. The catalase enzyme in all cases was lower than to the control. And in the relative insufficiency ratio, only in 15 mg / L macro paclobutrazol in Festuca, was significantly increased and in the remaining cases it was at a constant level with decreasing trend. In general, the results showed that nanocapsulated paclobutrazole in most traits showed more effects than conventional ones, and among the grasses, the genus Poa had better results in general traits.

Keywords:

Grass, Growth retardant, Nanocapsule, Paclobutrazole

Faculty of Agriculture
M.Sc. Thesis in Degree of Horticulture Science

The effect of plant growth regulator using nano encapsulation method on qualitative and quantitative properties of three genus lawn.

By: Omid Ramezani

Supervisor:

Dr. Ziba Ghasimi-hagh

Advisors:

MSc .Hassan Ghorbani Ghuzhdi
MSc . Fariborz Ziyaei

July 2017