فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۲۵، شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۳۶۳-۳۴۷ (۱۳۸۸)

تأثیر آبیاری و کشت دیم بر شاخصهای فیزیولوژیک رشد بومادران (*Achillea millefolium* L.) در منطقه کرج

ابراهیم شریفی عاشورآبادی[1*]، محمدحسین لباسچی[2]، ابوالقاسم متین[3]، بهروز نادری[4]، مهدی رضایی[4]، مصطفی گلی‌پور[4]، بهاره الهوردی[5] و کامبیز علیزاده انارکی[4]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور
پست الکترونیک: Esharifi@rifr-ac.ir
۲- استادیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور
۳- استاد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی
٤- کارشناس، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور
۵- کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۸۷ تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر آبیاری و کشت دیم بر شاخصهای فیزیولوژیک رشد، آزمایشی در سالهای ۸۵-۱۳۸٤ در ایستگاه تحقیقات البرز، واقع در جنوب شهرستان کرج انجام شد. در این تحقیق از گیاه دارویی بومادران (*Achillea millefolium* L.) استفاده شد. در سال اول آزمایش و پس از استقرار گیاه، آبیاری انجام نشد. پس از قطع آبیاری، وضعیت زنده‌مانی گیاهان در کرتهای آزمایشی و شرایط بدون آبیاری آزمون شد و نسبت به تعیین شاخصهای فیزیولوژیک رشد اقدام شد. در سال دوم آزمایش، تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری بر شاخصهای فیزیولوژیک رشد گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارها شامل آبیاری کامل (بدون تنش آبی) و همچنین اجرای عملیات آبیاری براساس ۳۰ (تنش ملایم)، ٦۰ (تنش متوسط) و ۹۰ (تنش شدید) میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A بود که در مقایسه با تیمار بدون آبیاری به‌عنوان شاهد مورد بررسی قرار گرفتند. زمان اعمال تیمارها از ابتدای رشد و پس از استقرار گیاه، تا انتهای دوره رشد در مزرعه بود. به این منظور، پس از رسیدن به سطح تبخیر هر کدام از مقادیر ذکر شده از تشتک تبخیر، بلافاصله به‌وسیله کنتور نسبت به افزایش رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی اقدام شد. همچنین میزان رطوبت موجود در خاک، با استفاده از توزین نمونه‌های تر و خشک خاک در هر کدام از کرتهای آزمایشی نیز اندازه‌گیری شد. در این بررسی، شاخصهای فیزیولوژیک رشد ازجمله تولید ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و سرعت رشد محصول تعیین شد. طبق نتایج حاصل، در سال اول آزمایش و در شرایط دیم، میزان تجمع ماده خشک تا میزان ۲۲۵۰ درجه روز رشد یا GDD افزایش یافت و از این مرحله به بعد کاهش نشان داد. در سال دوم آزمایش، میزان رشد مجدد گیاه در شرایط دیم به‌طور محسوسی کاهش یافت و خشک شد. با استفاده از مقادیر مختلف آبیاری و با افزایش رطوبت خاک از تنش شدید تا تنش ملایم، میزان تجمع ماده خشک و شاخص سطح برگ افزایش یافت. در تمام تیمارهای تنش آبی در حدود ۳۰۰۰ درجه روز رشد، کاهش و سیر نزولی رشد مشاهده شد. طبق نتایج بدست آمده تیمار مربوط به تنش ملایم بیشترین کارایی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: بومادران (*Achillea millefolium* L.)، تنش آبی، شاخصهای فیزیولوژیک رشد، کشت دیم.

مقدمه

هدف از برآورد معادلات رشد، بررسی چگونگی واکنش گیاه نسبت به محیط می‌باشد (تولیت ابوالحسنی، ۱۳۷٤؛ گنجعلی،۱۳۷۲؛ لباسچی، ۱۳۷۱؛ Radford, 1967؛ Russell *et al*., 1984). از شاخصهای رشد به منظور تخمین وضعیت رشد و نمو محصول بر حسب زمان و همچنین اعمال مدیریت صحیح زراعی استفاده می‌شود (Shaw, 1975؛ Neild & Seeley, 1977).

به منظور محاسبه این شاخصها، بکارگیری شاخص تعداد روز تا هر یک از مراحل اصلی رشد در طول فصل رویش امکان‌پذیر است، ولی استفاده از این شاخص به منظور مقایسه گیاهان مختلف و همچنین محلهای متفاوت به‌علت شرایط محیطی گوناگون چندان مفید به نظر نمی‌رسد (لباسچی، ۱۳۷۱؛ Gilmore & Rogers, 1985). به منظور رفع این نقیصه و دستیابی به شاخصهای پایدار و ثابت برای تخمین رشد گیاه و تعیین زمان وقوع مراحل فنولوژیک، استفاده از شاخصهای تجمع حرارتی مانند درجه روز رشد (GDD= Growing Degree Days) به جای تقویم زمانی متداول گشته است (Neild & Seeley, 1977). استفاده از این‌گونه شاخصها به‌ویژه به منظور مقایسه ارقام با الگوهای مختلف رشد و نمو بسیار معتبر بوده و توسط بسیاری از محققان توصیه شده است. در این رابطه Radford (۱۹٦۷) و Karimi و Siddique (۱۹۹۱) و همچنین Arnold (۱۹۵۹)، Arnold (۱۹٦۰)، Miura و همکاران (۱۹۸۷)، Morison و همکاران (۱۹۸۹)، Morison و همکاران(۱۹۹۲) و Rosenberg (۱۹۸۳) درجه روز رشد را برای محاسبه پیشنهاد نموده‌اند. همچنین Russelle و همکاران (۱۹۸٤) اظهار داشتند که به منظور محاسبه شاخصهای رشد، استفاده از یکی از شاخصهای حرارتی به جای تقویم زمانی قابل اعتمادتر خواهد بود. مطالعات متعددی سودمندی شاخصهای حرارتی مانند درجه روز رشد و یا واحد فتوترمال (PTU= Photo Thermal Unit) و یا واحدهای حرارتی دیگر را برای پیشگویی و تخمین دوره رشد و نمو گیاهان زراعی اثبات کرده‌اند (Morison *et al*., 1990؛ Bonhomme *et al*., 1994؛ Morison *et al*., 1992). درجه روز رشد، از کاشت تا هر مرحله از نمونه‌گیری براساس معادله استاندارد محاسبه می‌شود. به منظور بیان مدل رشد و نمو گیاه بر مبنای تجمع حرارتی، ابتدا درجه حرارت روز رشد برای هر روز محاسبه و بعد برای تمام روزهای یک مرحله از رشد گیاه جمع می‌گردد (لباسچی، ۱۳۷۱؛ Karimi & Siddique, 1991). به منظور آنالیزهای رشد، اندازه‌گیری دو فاکتور سطح برگ (Leaf area) و وزن خشک اندام هوایی گیاه (DM= Dry matter) الزامی است. سایر شاخصها از طریق محاسبه بدست خواهند آمد (اسلامی، ۱۳۷۳؛ لباسچی، ۱۳۷۱). عامل اصلی مؤثر در عملکرد بالا، تولید ماده خشک بیشتر در واحد سطح می‌باشد. بنابراین، آگاهی از روند تغییرات وزن خشک گیاه و ارتباط آن با تجمع حرارت در طول مدت رشد، از لحاظ دستیابی به عملکرد و تولید بیشتر از اهمیت فراوانی برخوردار است. در این ارتباط، برگهای یک گیاه مهمترین اندام فتوسنتزی آن هستند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳٦۸؛ Clarke, 1978). نسبت سطح برگ گیاه به سطح سایه‌انداز زمین که شاخص سطح برگ

(LAI= Leaf Area Index) نامیده می‌شود به‌عنوان بهترین معیار ظرفیت تولید ماده خشک در نظر گرفته شده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳٦۸؛ Watson, 1952).

در این تحقیق از گیاه بومادران (*Achillea milefolium* L.) استفاده شد. بومادران گیاهی علفی و چندساله از خانواده کاسنی (Asteraceae یا Compositae) است. موطن اصلی بومادران در نیمکره شمالی به‌ویژه در نواحی کوهستانی نقاط مختلف اروپا و در زمینهای مرطوب مرکز و جنوب اروپا، شرق آسیا و شمال آفریقا بیان شده است. بیشترین انتشار این خانواده در نواحی معتدله و سرد کره زمین است (امیدبیگی، ۱۳۸٦). در ایران گیاه بومادران از اهمیت بسزایی در صنایع آرایشی، بهداشتی و دارویی برخوردار است. این گیاه در درمان اختلالات روده، معده، بیماری کبد و صفرا استفاده می‌شود. علاوه بر آن به‌عنوان داروی افزایش‌دهنده اشتها به دلیل طعم تلخ آن، درمان زخم و نیز بر ضد التهابهای پوستی استفاده می‌شود (Benedek & Kopp, 2007). ترکیبهای اصلی اسانس آن شامل: آلفا-پینن، بتا-پینن و کاریوفیلن اکسید است (Ardekani *et al*., 2006). بومادران شامل ترکیبهای فنلی همچون فلاونوئیدها و اسیدهای فنلی است. علاوه بر آن، آزمایش بیش از ٤۰ نمونه تجاری بومادران مشخص کرد که میزان ترکیبهای فنلی در گیاه بسیار بالا و متوسط مقدار آن ۰/٦۰ درصد فلاونوئید و ۱/٤۸ درصد اسیدهای فنلی می‌باشد (Benedek, 2007).

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر رطوبت خاک بر شاخصهای فیزیولوژیک رشد گیاه دارویی بومادران در منطقه کرج بود.

مواد و روشها

این آزمایش در سالهای ۸۵-۱۳۸٤ بر روی گیاه بومادران (*Achillea millefolium*) در ایستگاه تحقیقات البرز، واقع در پنج کیلومتری جنوب شهرستان کرج با مشخصات اکولوژیک زیر انجام شد.

عرض جغرافیایی: ۳۵ درجه و ٤۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی: ۵۱ درجه شرقی، ارتفاع از سطح دریا: ۱۳۲۰ متر، حداقل درجه حرارت: ۲۰- و حداکثر درجه حرارت: ۳۸ درجه سانتی‌گراد، نوع خاک: شنی و سبک از نوع خاکهای آبرفتی، طبقه آب و هوایی: نیمه خشک و میانگین بارندگی ۳۰ ساله: ۲۳۰ میلی‌متر است.

هر واحد آزمایشی، شامل ۵ خط ۳ متری با فاصله ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بین بوته‌ها در هر ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو کرت ۲ متر در نظر گرفته شد. کاشت بومادران ابتدا در اسفندماه در شرایط گلخانه و بعد در اردیبهشت‌ماه سال بعد به مزرعه انتقال داده شد. در سال اول آزمایش، آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و تا مرحله استقرار پایه‌ها صورت گرفت و بعد متوقف شد. پس از استقرار گیاه، شرایط زنده‌مانی کلیه کرتهای آزمایشی در شرایط بدون آب آزمون شد و نسبت به تعیین شاخصهای فیزیولوژیک رشد اقدام گردید.

در سال دوم آزمایش، تأثیر مقادیر مختلف رطوبت خاک بر پایه‌های مستقر شده از سال قبل مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل آبیاری کامل (بدون تنش آبی) و همچنین اجرای عملیات آبیاری براساس ۳۰ (تنش ملایم)، ٦۰ (تنش متوسط) و ۹۰ (تنش شدید) میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A بود که در مقایسه با تیمار بدون آبیاری به‌عنوان شاهد مورد

بررسی قرار گرفتند. زمان اعمال تیمارها از ابتدای رشد و پس از استقرار گیاه تا انتهای دوره رشد در مزرعه بود. به این منظور، پس از رسیدن به سطح تبخیر هر کدام از مقادیر ذکر شده از تشتک تبخیر، بلافاصله به‌وسیله کنتور نسبت به افزایش رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی اقدام شد. همچنین میزان رطوبت موجود در خاک، با استفاده از توزین نمونه‌های تر و خشک خاک در هر کدام از کرتهای آزمایشی اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین شاخصهای فیزیولوژیک رشد، ۱۵ روز بعد از استقرار گیاه، گیاهان موجود در یک متر مربع از قسمت تخریبی هر کرت برداشت شده و بعد برگ، ساقه و در هنگام گلدهی، گلهای آن جدا و بلافاصله توزین شد و سطح برگ آن به وسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ تعیین شد. به منظور مشخص نمودن وزن خشک برگ، ساقه و گل، نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت قرار داده شد. یادداشت‌برداری فوق هر ۱۵ روز یک بار تا آخرین مراحل رشد در هر ۲ سال انجام شد. همچنین سایر آماربرداریهای فنولوژیک در فواصل معین در طول مدت داشت صورت گرفت. مبارزه با علفهای هرز مزرعه در سه نوبت به صورت مکانیکی و به‌وسیله دست انجام شد. برداشت نهایی از بوته‌های باقیمانده بومادران نیز در سال اول، در دهم شهریورماه و در سال دوم در هجدهم شهریورماه انجام شد.

در این بررسی، میزان تجمع حرارتی بر حسب درجه روز رشد و همچنین شاخصهای فیزیولوژیک رشد ازجمله تولید ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی (RGR= Relative growth rate) و سرعت رشد محصول (CGR= Crop Growth Rate) تعیین شد. به منظور مطالعه الگوی رشد، مقدار درجه حرارت روز رشد توسط معادله زیر برای هر روز محاسبه و تجمع آن برای تاریخهای مختلف نمونه‌برداری تعیین شد.

معادله ۱ درجه حرارت پایه ـ (حداقل درجه حرارت روزانه + حداکثر درجه حرارت روزانه) $\frac{۱}{۲}$ = درجه روز رشد

معادله ۲

$$RGR = \frac{1}{DM} \times \frac{\Delta DM}{\Delta GDD}$$

در این معادله، RGR شامل سرعت رشد نسبی، ΔDM تغییرات وزن خشک اندام هوایی و ΔGDD تغییرات درجه حرارت بر حسب درجه روز رشد می‌باشد.

معادله ۳

$$CGR = \frac{\Delta DM}{\Delta GDD} \times \frac{1}{A}$$

در این معادله، CGR شامل سرعت رشد محصول، ΔDM تغییرات وزن خشک اندام هوایی و ΔGDD تغییرات درجه حرارت بر حسب درجه روز رشد و A واحد سطح مزرعه می‌باشد.

سرعت رشد محصول از حاصل‌ضرب مقدار ماده خشک برآورد شده در سرعت رشد نسبی و نیز طبق معادله زیر قابل محاسبه است.

معادله ٤

$$CGR = DM \times RGR$$

به منظور بررسی تغییرات تعدادی از شاخصهای رشد، تعیین بهترین رابطه‌ای که وزن خشک و سطح برگ را با درجه روز رشد توجیه نماید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در بین معادله‌های مورد بررسی، معادله پلی‌نومیال از ضریب تبیین بالاتری برخوردار بود. در این روش، هر کدام از شاخصهای فیزیولوژیک رشد به‌عنوان متغیرهای وابسته و درجه روز رشد (GDD) به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد و بعد براساس بهترین ضریب تشخیص (R2) ضرایب a، b، c و d تعیین شدند. به منظور ترسیم نمودار تغییرات فصلی ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت‌های رشد نسبی و محصول بر حسب درجه روز رشد از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

ماده خشک (DM)

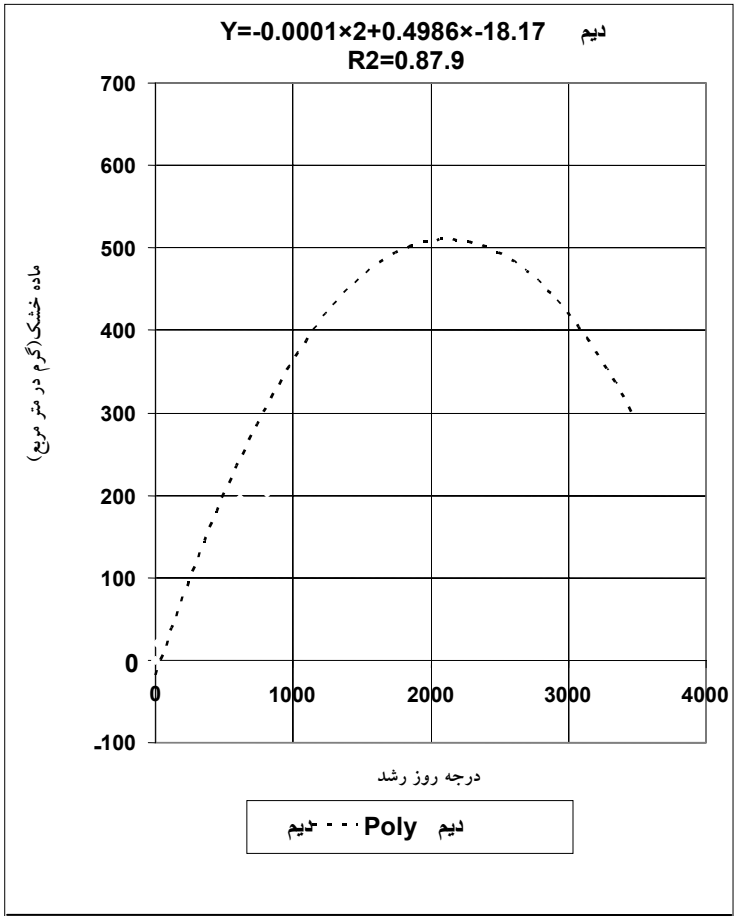
به منظور تعیین رابطه بین وزن خشک گیاه با درجه حرارت روز رشد (GDD)، معادله‌های ریاضی متعددی مورد مطالعه و آزمون قرار گرفتند. در نهایت معادله پلی‌نومیال درجه سوم به‌عنوان بهترین توجیه‌کننده تغییرات تجمع ماده خشک بر حسب تغییرات درجه حرارت روز رشد شناخته شد.

معادله ۵

$$DM= ax3 + bx2 + cx + d$$

در این معادله، DM وزن خشک اندام هوایی (به‌عنوان متغیر وابسته) و x میزان تجمع حرارتی (GDD) پس از کاشت، (به‌عنوان متغیر مستقل) و a، b، c و d به‌عنوان ضرایب معادله می‌باشند. نمودارهای ۱ و ۲ روند تغییرات ماده خشک بومادران را به‌ترتیب در شرایط دیم در سال اول و همچنین در شرایط دیم و آبی در سال دوم نشان می‌دهد.

بنابراین طبق نتایج بدست آمده از سال اول آزمایش (نمودار ۱)، مرحله آغاز رشد سریع بومادران، عموماً با دریافت ۵۰۰ درجه روز رشد شروع شد. روند تجمع مواد سنتزی در گیاه تا حدود ۲۲۵۰ درجه روز رشد ادامه داشته و بعد از آن شروع به کاهش نمود. در سال دوم آزمایش، میزان رشد مجدد گیاه در شرایط دیم به‌طور محسوسی کاهش یافت. بیشتر پایه‌های موجود در این تیمار خشک شده و تعداد اندکی زنده بودند که در حدود ۱۰۰۰ درجه روز رشد خشک شدند. در سایر تیمارها، با استفاده از مقادیر مختلف آب آبیاری و با افزایش رطوبت خاک از تنش شدید تا آبیاری کامل، میزان تجمع ماده خشک افزایش یافت. در تمام تیمارهای تنش آبی (به استثنای شرایط دیم) از حدود ۳۰۰۰ درجه روز رشد، کاهش و سیر نزولی رشد مشاهده شد. در تیمار مربوط به آبیاری کامل که فاقد تنش کم آبی بود، با وجود کاهش ماده خشک تولیدی نسبت به تنش ملایم، رشد گیاه به‌واسطه ظهور اندام سبز ادامه یافت و تا حد ٤۰۰۰ درجه روز رشد هنوز روند تجمع ماده خشک قابل مشاهده بود (نمودار ۲).



نمودار ۱- تأثیر کشت دیم بر روند تغییرات ماده خشک گیاه بومادران در سال اول

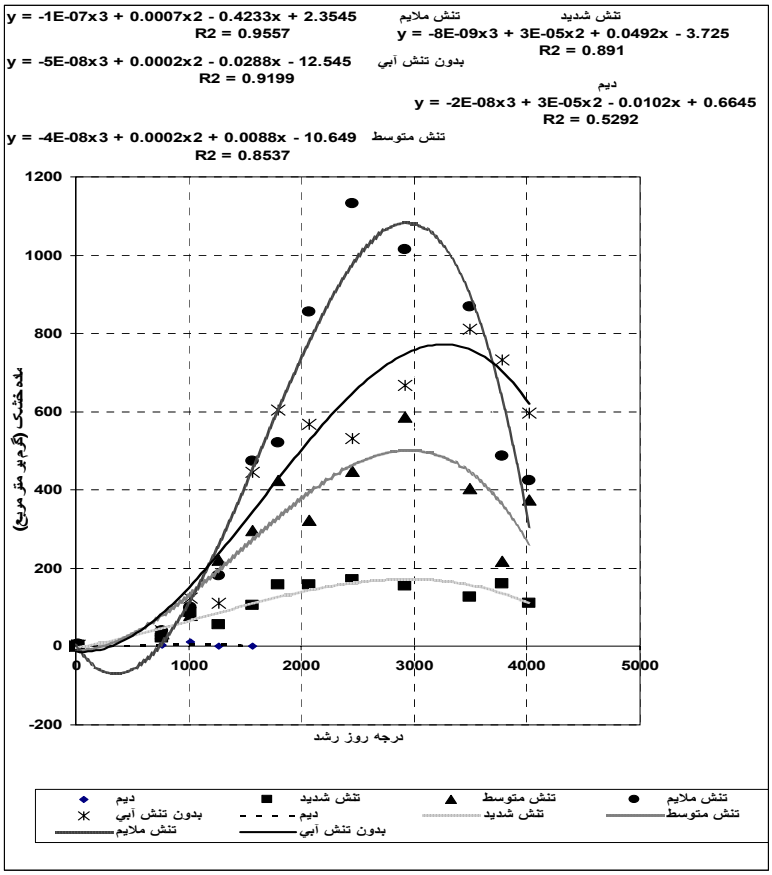
شاخص سطح برگ (LAI)

به منظور بررسی ارتباط بین تشعشع و فتوسنتز و در نهایت تولید کمی گیاه، رابطه بین شاخص سطح برگ نسبت به شاخص حرارتی درجه روز رشد، معادلههای ریاضی متعددی مورد بررسی قرار گرفت. همانند تجمع ماده خشک، معادله پلینومیال درجه سوم بهترین توجیهکننده تغییرات شاخص سطح برگ بر حسب تغییرات درجه حرارت روز رشد شناخته شد.

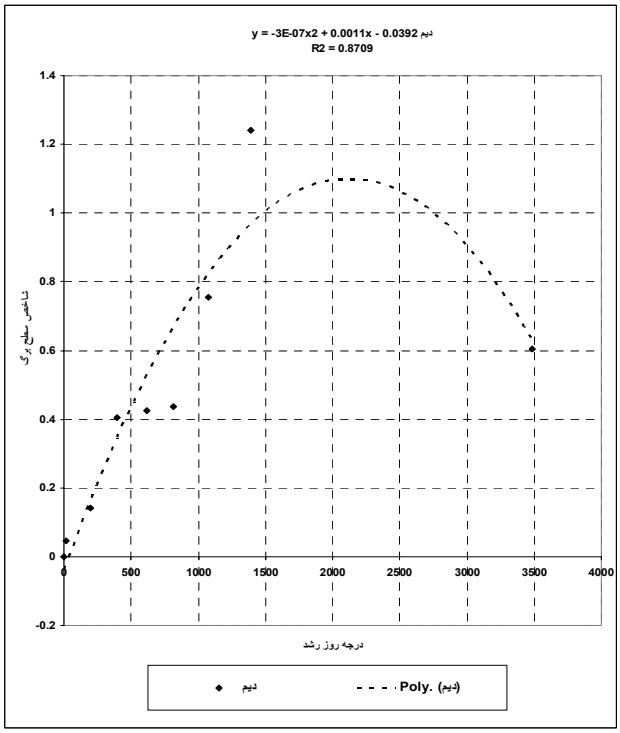
معادله ٦

$$LAI= ax^3 + bx^2 + cx + d$$

در این معادله، LAI یا شاخص سطح برگ (بهعنوان متغیر وابسته) و x میزان تجمع حرارتی (GDD) پس از کاشت (بهعنوان متغیر مستقل) و a، b، c و d به عنوان ضرایب معادله میباشند. در سال اول آزمایش و تحت شرایط دیم، میزان شاخص سطح برگ بهصورت نمودار ۳ بود. شاخص سطح برگ در ابتدای رشد افزایش داشت ولی در حدود ۲۲۵۰ درجه روز رشد کاهش یافت.



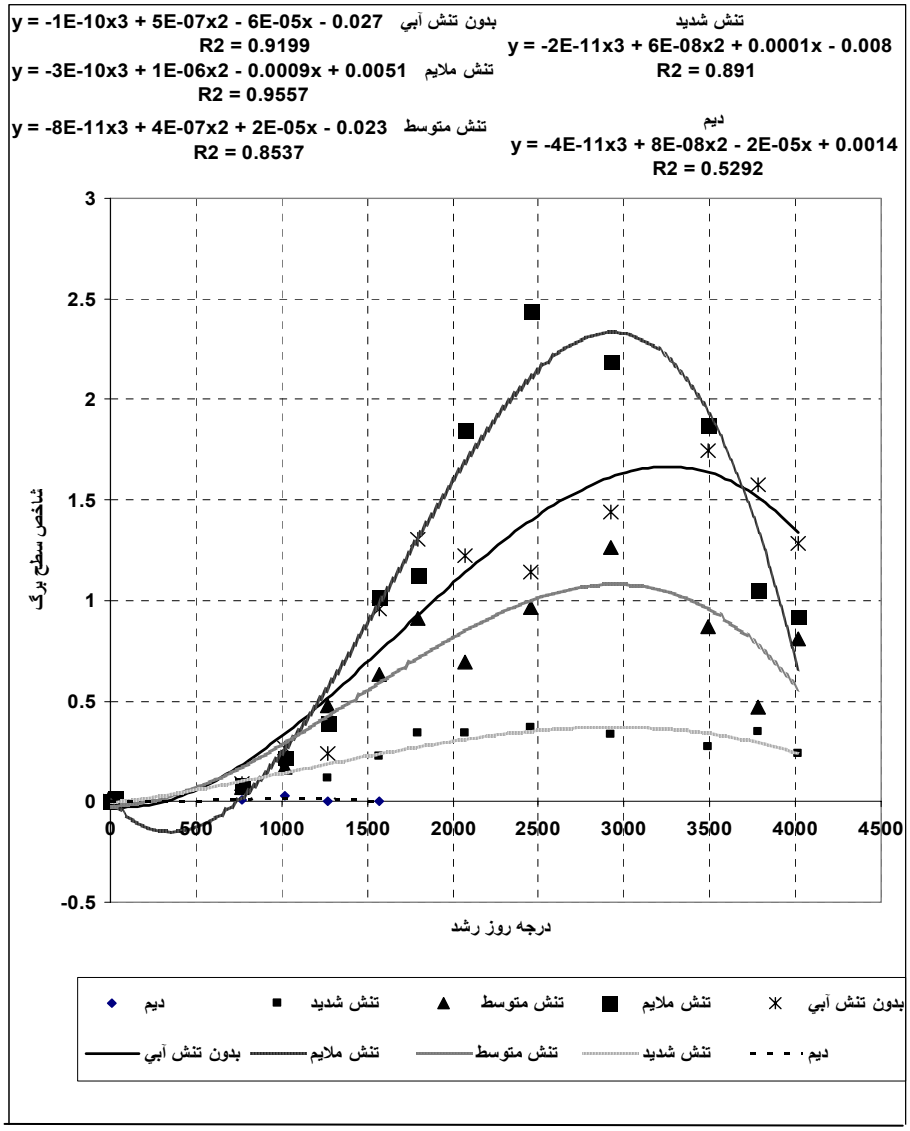
نمودار ۲- تأثیر مقادیر آب آبیاری بر روند تغییرات ماده خشک گیاه بومادران در سال دوم



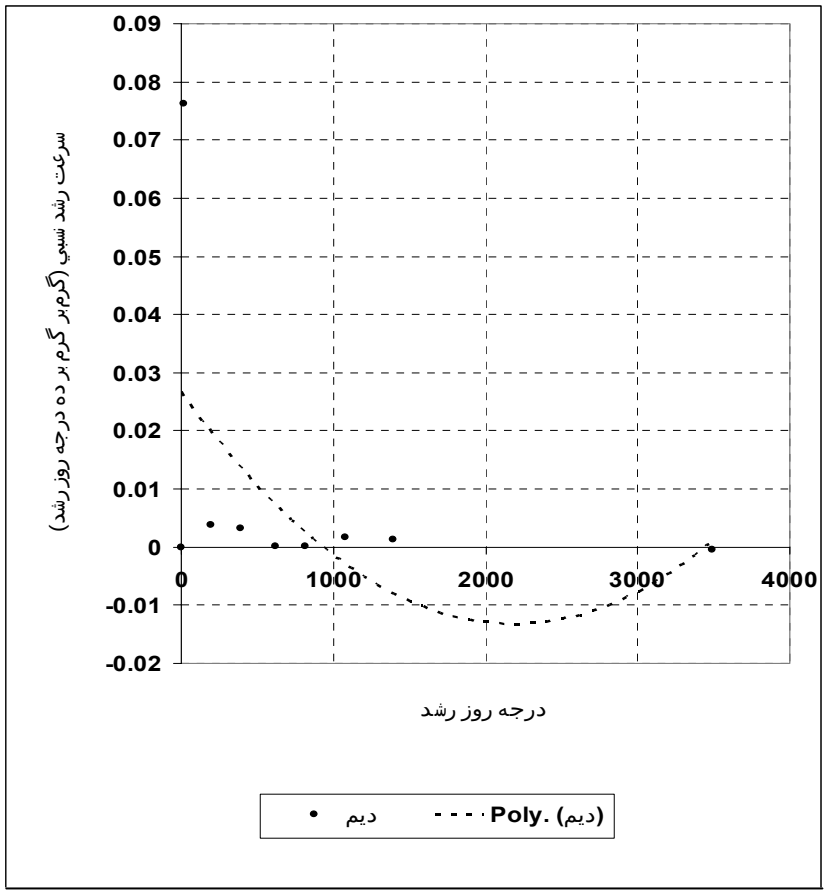
نمودار ۳ - تأثیر کشت دیم بر روند تغییرات شاخص سطح برگ در گیاه بومادران در سال اول

همان‌گونه که در نمودار ٤ مشاهده می‌شود، در سال دوم آزمایش، به دلیل خشک شدن گیاه در شرایط دیم شاخص سطح برگ نسبت به سایرین روند متفاوتی را داشته و کاهش شدیدی نشان داد. این در حالی است که وضعیت استقرار و رشد بومادران در تیمارهایی که تحت تأثیر مقادیر مختلف آب قرار داشتند متفاوت بود و بیشترین شاخص سطح برگ، مربوط به تیمار تنش ملایم و در حدود ۳۰۰۰ درجه روز رشد مشاهده شد.

در تمام تیمارهای تحت آبیاری باستثنای تیمار آبیاری کامل یا بدون تنش، در حدود ۳۰۰۰ درجه روز رشد روند کاهشی در شاخص سطح برگ مشاهده شد. این در حالی است که در تیمار آبیاری کامل به دلیل فراهم بودن آب در خاک، رشد ادامه داشته و سیر نزولی کمتر بود. در بین تیمارهای آبیاری، تیمار تنش ملایم و بدون تنش بیشترین میزان برگ تولیدی را داشتند.



نمودار ٤- تأثیر مقادیر آب آبیاری بر روند تغییرات شاخص سطح برگ در گیاه بومادران در سال دوم



نمودار ۵- تأثیر کشت دیم بر روند تغییرات سرعت رشد نسبی در گیاه بومادران در سال اول

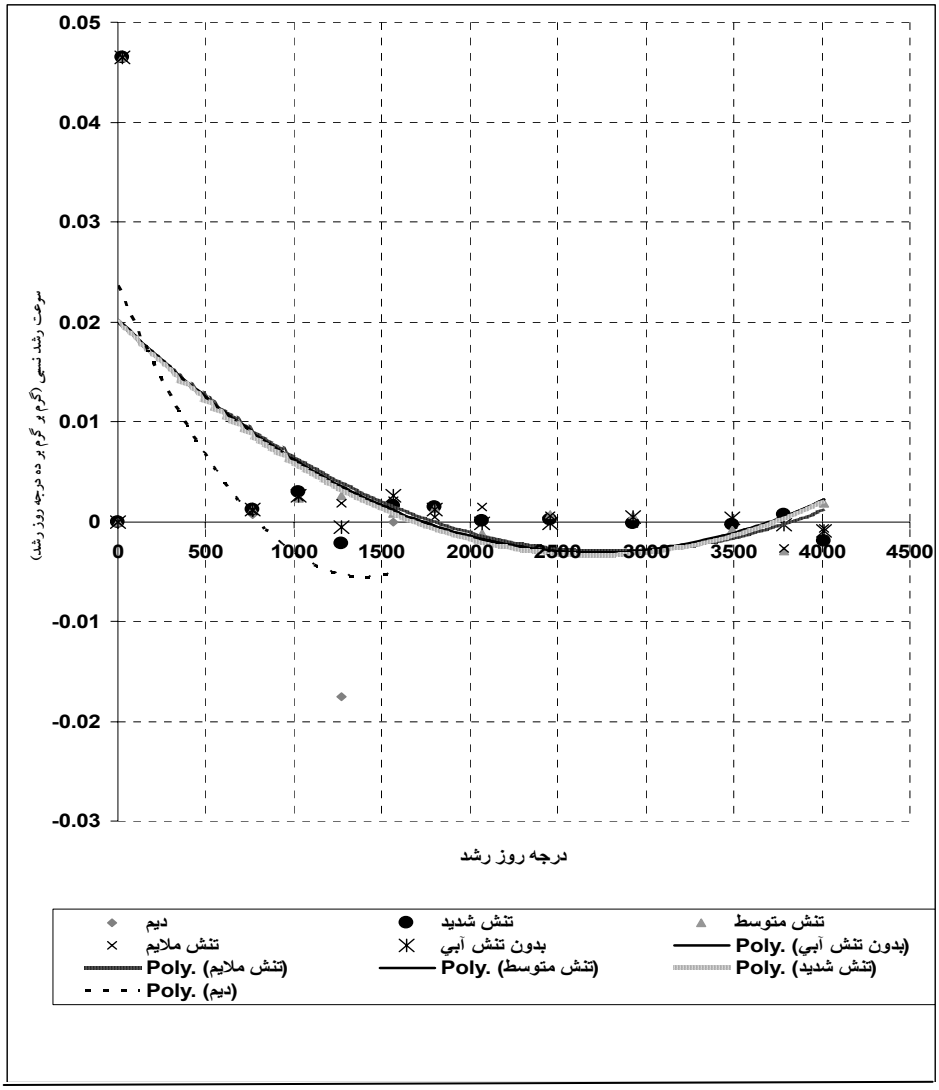
سرعت رشد نسبی یا RGR

سرعت رشد نسبی یا RGR شامل تجمع ماده خشک در واحد زمان نسبت به وزن خشک اولیه است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳٦۸). در سالهای اول و دوم آزمایش در شرایط دیم، کاهش قابل توجه سرعت رشد نسبی در حدود ۱۰۰۰ درجه روز رشد مشاهده شد (نمودارهای ۵ و ٦). این در حالی است که در سال دوم آزمایش سرعت رشد نسبی گیاهانی که تحت تأثیر مقادیر مختلفی از آب آبیاری قرار داشتند از الگوی واحدی پیروی نموده و روند نزولی سرعت رشد نسبی حتی در تیمارهای مواجه با تنشهای متوسط و شدید نیز دارای شیب نسبتاً ملایم بودند که با تیمار دیم در همان سال روند متفاوتی داشتند (نمودار ٦).

سرعت رشد محصول یا CGR

سرعت رشد محصول یا CGR شاخصی از بازدهی تولیدی سطح زمین در تولید وزن گیاه می‌باشد. این شاخص، مبین قابلیت تولید محصولات کشاورزی است. در سال اول آزمایش سرعت رشد محصول در شرایط دیم روند کاهشی و خطی داشت (نمودار ۷). در سال دوم آزمایش، سرعت رشد محصول در بیشتر تیمارهایی که مقادیر مختلفی از آب آبیاری را دریافت نمودند در دامنه

۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه روز رشد، روند کاهشی را نشان داد. بیشترین سرعت رشد محصول مربوط به تیمار تنش ملایم بود که حتی از آبیاری کامل نیز بیشتر شد. این در حالی است که تیمار دیم در سال دوم به دلیل خشک شدن گیاه روند متفاوتی داشت (نمودار ۸). این مطالب مبین تأثیر قانون بازده نزولی و لزوم رعایت مصرف مناسب آب آبیاری در برنامه تولیدات زراعی است.

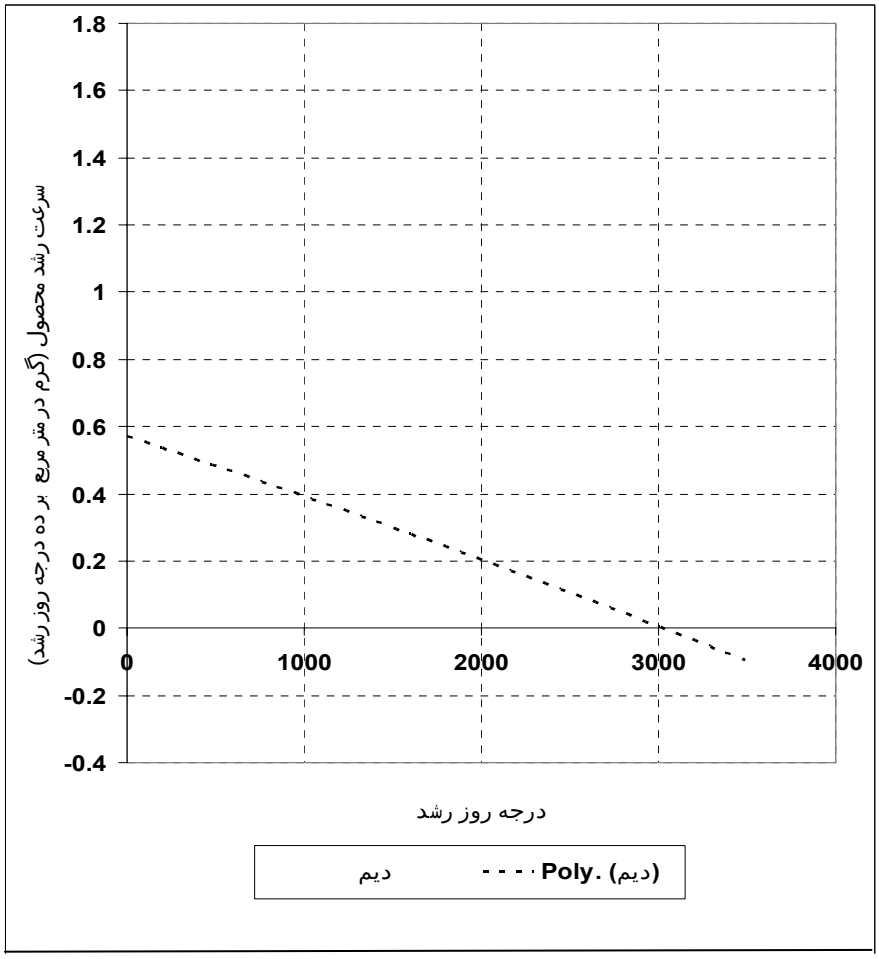


نمودار ٦- تأثیر مقدار آب آبیاری بر روند تغییرات سرعت رشد نسبی در گیاه بومادران در سال دوم

بحث

همان‌گونه که از نتایج بدست آمده مشاهده می‌شود، در سال اول آزمایش میزان تجمع ماده خشک در شرایط دیم، عموماً با دریافت ۵۰۰ درجه روز رشد شروع شد و تا حدود ۲۲۵۰ درجه روز رشد ادامه یافت و بعد از آن شروع به کاهش نمود (نمودار ۱). در سال دوم آزمایش،

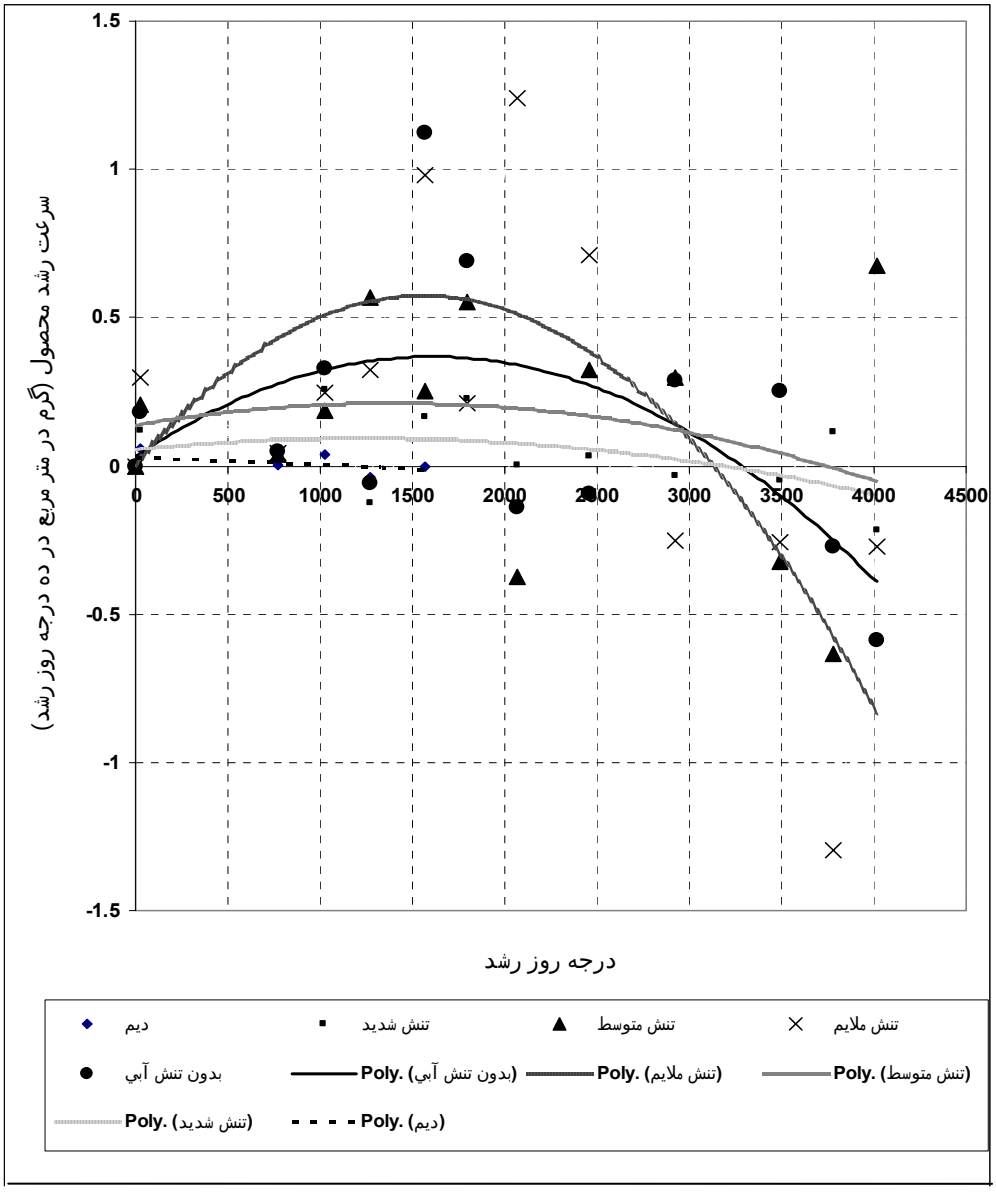
میزان رشد مجدد گیاه در شرایط بدون آب به‌طور محسوسی کاهش یافت و بیشتر پایه‌های موجود در مزرعه خشک شده و تعداد اندکی زنده‌مانی داشتند (نمودار ۲). این مطلب نشان‌دهنده عدم وجود رطوبت کافی در خاک، به منظور تأمین رشد بومادران در شرایط دیم در سال دوم آزمایش در منطقه جنوب شهرستان کرج بود. بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که خشکی عمده‌ترین محدودیت در تولید محصولات زراعی است (Milburn, 1979؛ Blum & Sulivan, 1986). گیاهان در مراحل رشدی مختلف، حساسیتهای متفاوتی به خشکی داشته و تأثیر خشکی بر عملکرد آنها متفاوت است. در



نمودار ۷- تأثیر کشت دیم بر روند تغییرات سرعت رشد محصول در گیاه بومادران در سال اول

بعضی از گیاهان، مرحله اول رشد حساسترین مرحله نسبت به خشکی می‌باشد (Nye & Tinker, 1977؛ Lazaroff & Pitman, 1966). این مطلب به‌وسیله آزمایشهای انجام شده توسط Hejnowicz و Sievers (۱۹۹۵) در ارتباط با حذف بارندگی و یا آبیاری در مراحل مختلف چرخه زندگی گیاه مشخص شده است.

دلایل متفاوتی در ارتباط با تأثیر منفی تنش کم آبی بر گیاه وجود دارد. اولین نشانه تنش خشکی در گیاه، بازدارندگی سریع رشد شاخه و به مقدار کمتر رشد ریشه است (Neumann, 2008). این پدیده با بسته‌شدن جزئی یا کامل روزنه‌ها و به دنبال آن کاهش تبخیر و جذب CO_2 فتوسنتزی صورت می‌گیرد. اگر خشکی کاهش نیابد، موجب اختلال در نمو گیاه و سیستم تولید مثل شده و منجر به پیری برگهای نابالغ، پژمردگی، خشک شدن و



نمودار ۸- تأثیر مقدار آب آبیاری بر روند تغییرات سرعت رشد محصول در گیاه بومادران در سال دوم

مرگ گیاه خواهد شد (Hsaio, 1973؛ Schulze, 1986). در این آزمایش روند ذکر شده در تجمع ماده خشک در مورد شاخص سطح برگ نیز مصداق داشت (نمودارهای ۳ و ٤). سطح برگ سبز گیاهان تعیین کننده مقدار جذب نور و میزان اسیمیلاسیون گاز کربنیک است (رحیمیان و شریعتی، ۱۳۷۸). طبق اظهارات Klepper و Rickman (۱۹۹۰)، کاهش سطح برگ فتوسنتز کننده (همراه با بسته شدن روزنه) مهمترین علت کاهش سرعت تثبیت کربن کانوپی در طی دوره خشکی است. طبق بررسیهای انجام شده، تنش خشکی منجر به افزایش تولید رادیکالهای آزاد در برگها شده (Biehler & Fock, 1996) و رادیکالهای آزاد نیز موجب القای تنش اکسیداتیو و آسیب برگ می‌شوند (Smirnoff, 1993). تنشهای خشکی بر دستیابی گیاهان به مواد غذایی نیز مؤثر است. به‌عنوان مثال، مقدار جذب نیتروژن خاک ممکن است در هنگام خشکی تحت تأثیر رطوبت خاک باشد (Barraclough *et al*., 1989). جذب فسفر در هنگام تنش خشکی نه تنها به وسیله دسترسی محدود در خاک بلکه به دلیل کاهش قدرت جذب ریشه در شرایط خشکی محدود می‌شود (Dunham & Nye, 1979).

در سال دوم آزمایش، تیمارهایی که مقادیر مختلف آب و حتی به میزان کم و در حد اعمال تنش شدید را دریافتند، درصد زنده‌مانی و استقرار آنها افزایش یافت. با افزایش مقدار آب از تنش شدید تا سطح تنش ملایم، ضمن استقرار یافتن کامل گیاه، میزان تجمع ماده خشک و شاخص سطح برگ نیز به حداکثر رسید و از آن پس، با اعمال تیمار آبیاری کامل، طبق قانون بازده نزولی سطح منحنیهای مربوطه کاهش یافت. البته در تیمار آبیاری کامل، به دلیل فراهم بودن شرایط رطوبتی بالا در خاک، منحنی تجمع ماده خشک گیاه در ٤۰۰۰ درجه روز رشد دارای شیب نزولی ملایم‌تری بود (نمودارهای ۲ و٤). این رفتار، احتمالاً به واسطه ظهور اندام سبز فتوسنتز کننده در گیاه است. در سال دوم، در تیمار مربوط به تنش ملایم، بیشترین شاخص سطح برگ در حدود ۲/۵ مشاهده شد. اگرچه در مقایسه با گیاهان زراعی این میزان شاخص سطح برگ کوچک است، ولی در بین تیمارهای اعمال شده در گیاه بومادران دارای بیشترین مقدار بود. اصولاً برگهای بومادران نسبت به گندم، ذرت و سایر گیاهان زراعی از سطح کمتری برخوردار است. در این ارتباط شریفی عاشورآبادی و همکاران (۱۳۸۲) نیز شاخص سطح برگ گیاه رازیانه را در تیمار بدون نهاده مصرفی کمتر از یک و با استفاده از مواد حاصلخیز کننده بیش از ۲/۵ برآورد نمودند.

در سالهای اول و دوم آزمایش سرعت رشد نسبی، روند نزولی داشت. مطالعات نشان می‌دهند که سرعت رشد نسبی همزمان با تغییر در وضعیت فتوسنتز و تنفس گیاه تغییر می‌یابد و به همین دلیل با گذشت زمان مقدار تنفس افزایش و رشد گیاه نیز کاهش می‌یابد (لباسچی، ۱۳۷۱). بر این مبنا و طبق اظهارات محققان، میزان رشد نسبی در طول رشد گیاه روند نزولی دارد (لباسچی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Crowder, 1954؛ Karimi & Siddiane, 1991). روند نزولی سرعت رشد نسبی در سال دوم آزمایش که تحت تأثیر تیمارهای آبیاری بودند دارای شیب نسبتاً ملایم بود. این مطلب حکایت از آن دارد که در صورت تأمین نسبی رطوبت خاک در انتهای دوره رشد، احتمالاً به دلیل ریزش سریعتر برگها و نفوذ

نور به داخل کانوپی گیاه و همچنین کاهش رقابت، فتوسنتز اندام سبز گیاه اندکی افزایش خواهد یافت و در انتهای رشد، کاهش سرعت رشد نسبی نسبت به مراحل قبلی رشد کمتر خواهد شد (تولیت ابوالحسنی، ۱۳۷٤؛ Allen & Norgan, 1972؛ Kollel *et al.*, 1970؛ Major *et al.*, 1978؛ Morison *et al.*, 1990؛ Rao & Mendham, 1991).

سرعت رشد محصول نیز در تیمار دیم و در سال دوم آزمایش به دلیل خشک شدن گیاه، نسبت به سایر تیمارها روند متفاوتی را نشان داد. سرعت رشد محصول در بیشتر تیمارها در دامنه ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه روز رشد کاهش یافت. بیشترین سرعت رشد محصول مربوط به تیمار تنش ملایم بود که حتی از آبیاری کامل نیز بیشتر شد. طبق بررسیهای انجام شده، تنشهای ملایم خشکی ممکن است همیشه موجب کاهش عملکرد نباشد. به‌عنوان مثال، تنش ملایم در زمان گلدهی، تولید گل در ماشک (Grashoff, 1990) و عملکرد الیاف پنبه (Lazaroff & Pitman, 1966) را افزایش داد. در این ارتباط گزارشهای Clarkson و Russell (۱۹۷٦) و McWilliam (۱۹۸۹) نتایج فوق را تأیید می‌نماید.

با توجه به نتایج بدست آمده، می‌توان اذعان داشت که کشت دیم بومادران در منطقه کرج موفق نبود. این در حالی است که حتی با مصرف مقدار اندک آب آبیاری (تنش شدید) در سال دوم، شرایط استقرار گیاه فراهم شد. با مصرف بیشتر آب تا حد تنش ملایم، بیشترین مقدار رشد گیاه حاصل شد. از آن پس، با مصرف آب بیشتر طبق قانون بازده نزولی میزان رشد گیاه مجدداً کاهش یافت. از آنجایی که در تولید گیاهان دارویی تنها کمیت تولید مد نظر نیست، تعیین مواد مؤثره گیاه در هر کدام از تیمارهای آبی می‌تواند به‌عنوان عامل تعیین کننده نهایی محسوب گردد.

منابع مورد استفاده

- اسلامی، و.، ۱۳۷۳. بررسی تأثیر پارامترهای اقلیمی بر تجمع ماده خشک، عملکرد دانه و رشد طولی ساقه گندم دیم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی.
- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸٦. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، چاپ چهارم، انتشارات آستان قدس رضوی، ٤۳۸ صفحه.
- تولیت ابوالحسنی، م.، ۱۳۷٤. بررسی اثر تراکم و آرایش کاشت بر خصوصیات زراعی و کیفی کلزای زمستانه در منطقه مشهد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی.
- رحیمیان، ح. و شریعتی، ش.، ۱۳۷۸. مدل‌سازی رقابت علفهای هرز و گیاهان زراعی. نشر آموزش کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی. ۲۹۳ صفحه.
- سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع.، ۱۳٦۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ٤٦۷ صفحه.
- شریفی عاشورآبادی، ا.، متین، ا. و لباسچی، م.ح.، ۱۳۸۲. بررسی شاخصهای فیزیولوژیک رشد در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) تحت شرایط متفاوت حاصلخیزی خاک. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۹(۲): ۱۸۲-۱۵۷.
- گنجعلی، ع.، ۱۳۷۲. بررسی اثر آرایش کاشت بر شاخصهای رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی.
- لباسچی، م.ح.، ۱۳۷۱. بررسی جنبه‌های مختلف استفاده دو منظوره از یولاف و ارقام جو. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته زراعت، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی.
- لباسچی، م. ح.، بختیاری رمضانی، م. و شریفی عاشورآبادی، ا.، ۱۳۸۷. اثر تراکم گیاه بر شاخصهای فیزیولوژیک گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط دیم دماوند. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲٤(٤): ٤٥٤-٤٤٤.

- Allen, E. and Norgan, D.G., 1972. Aquantitve analysis of the effects of nitrogen on the growth, development and yield of oilseed rape. Journal of Agricultural Science, 78: 315-324.
- Ardekani, M.R.S., Hadjiakhoondi, A., Jamshidi, A.H. and Rafiee, P.M., 2006. Pharmacognosical & plant tissue culture studies of *Achillea millefolium* L. Journal of Medicinal Plants, 5(17): 21-26.
- Arnold, C.Y., 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit. Journal of American Society of Horticultural Siecnce, 76: 682-692.
- Arnold, C.Y., 1960. Maximum, Minimum temperature as a basis for computing heat units. Journal of American Society of Horticultural Siecnce, 76: 682-692.
- Barraclough, P.B., Kuhlmann B. and Weir, A.B., 1989. The effects of prolonged drought and nitrogen'er iHzer on root and shoot growth and water uptake by winter wheal. Journal of Agronomy and Crop Science, 163: 352-360.
- Benedek, B. and Kopp, B., 2007. *Achillea millefolium* L. revisited: Recent findings confirm the traditional use. Wiener Medizinische Wochenschrift, 157(13-14): 312-314.
- Benedek, B., 2007. *Achillea millefolium* L. Analysis of Phenolic Compounds and Biological Testing. PhD thesis, University of Vie, Austria.
- Biehler, K. and Fock, H., 1996. Evidence for the contribution of the Mehler–peroxidase reaction in dissipating excess electron in drought-stressed wheat. Plant Physiology, 112: 265-272.
- Blum, A. and Sullivan, E.Y., 1986. The comparative drought resistance of landraces of sorghum and millet from dry and humid regions. Annals of Botany, 57: 835-846.
- Bonhomme, R., Derieus, M. and Edmeades, G.O., 1994. Crop ecology, Production & Management. Crop Science, 34: 156-164.
- Clarke, J.M., 1978. The effect of leaf removal on yield and yield components of *Brassica napus*. Canadian Journal of Plant Science, 58: 1103-1105.
- Clarkson, N.M. and Russell, J.S., 1976. Effect of water stress on the phasic development of annual Meaicago species. Australian. Journal of Agricultural Research, 27: 227-234.
- Crowder, L.V., 1954. The effect of date of Planting and clipping on oat forage and grain yield. Agronomy Journal, 46: 154-157.
- Dunham, R.J. and Nye, P.H., 1979. The influence of soil water content on the uptake of ions by roots. III. Phosphate, potassium, calcium and magnesium uptake and concentration gradients. Journal of Applied Ecology, 13: 967-984.
- Gilmore, E.C.J. and Rogers, J.S., 1985. Heat units as a method of measuring in corn. Agronomy Journal, 50: 611-615.
- Grashoff, C., 1990. Effect of pattern of water supply on *Vicia faba* L. Netherlands. Journal of Agricultural Science, 38: 131-143.
- Hejnowicz, Z. and Sievers, A., 1995. Tissue stress in organs of herbaceous plants. Journal of Experimental Botany, 46: 1035-1043.
- Hsaio T.C., 1973. Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology, 24: 519-570.
- Karimi, M.M. and Siddique, K.H.M., 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Australian Journal of Agricultural research, 42: 13-20.
- Klepper, B. and Rickman R.W., 1990. Modeling crop root growth and function. Advances in Agronomy, 44: 113-132.
- Kollel, H.R., Nyquist, W.E. and Chorush, I.S., 1970. Growth analysis of the soybean community. Crop Science, 10: 407-412.
- Lazaroff, N. and Pitman M.G., 1966. Calcium and magnesium uptake by barley seedlings. Australian Journal of Biological Science, 19: 991-1005.
- Major, D.J., Bole, B.J. and Charneski, J., 1978. Distribution of photosynthates after Co_2* assimilation by stems, leaves and pods of rape plants. Canadian Journal of Plant Science, 58: 783-787.
- McWilliam, J.R., 1989. The dimensions of drought. 1-12, In: Baker, F.W.G., (ed.), Drought Resistance in Cereals, Wallin-ford, Oxon. CAB International, 503p.
- Milburn, .J.A., 1979. Water Flozu in Plants. Longman, London, 230p.
- Miura, H., Wijexathungam, K. and Gemma, T., 1987. Variation in seed yield of soybean as affected by planting patterns. Crop Science, 56: 652-656.
- Morison, M.J., Mcvetty, P.B.E. and Shaykewich, C.F., 1989. The determination and verifiction of a baseline temperture for the growth of westar summer rape. Canadian Journal of Plant Science, 69: 455-464.
- Morison, M.J., Mcvetty, P.B.E. and Scarth, R., 1990. Effect of altering plant density on growth charactersitics of summer rape. Canadian Journal of Plant Science, 70: 139-149.
- Morison, M.J., Stewart, D.W. and Mcvetty, P.B.E., 1992. Maximum area expansion rate and duration of summer rape leaves. Canadian Journal of Plant Science, 72: 117-126.
- Neild, R.E. and Seeley N.W., 1977. Growing degree days prediction for corn and sorghum development and some applictioln to crop production in

- Russell, M.P., Wilhelm, W.W., Olson, R.A. and Power, J.F., 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Science, 24: 28-32.
- Schulze, E.D., 1986. Carbon dioxide and water vapor exchange in response to drought in the atmosphere and in the soil. Annual Review of Plant Physiology, 37: 247-274.
- Shaw, R.H., 1975. Growing degree units for corn in the north central region. North Central Region Research Publication. No. 229, Research Bulletin, 581p.
- Smirnoff, N., 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and dessication. New Phytologist, 125: 27-58.
- Watson, D.L., 1952. The physiological basis of variation in yield. Advance in Agronmy, 4: 101-145.
Nebraska. Agriculture, Experiment and Statistical Research Bulletin, 280.
- Neumann, P.M., 2008. Coping mechanisms for crop plants in drought-prone environments. Annals of Botany, 101: 901-907.
- Nye, P.H. and Tinker, P.B., 1977. Solute Movement in the Soil-root System. Oxford: Blackwell Scientific publications, England, 342p.
- Radford, P.J., 1967. Growth analysis formulae, their use and abuse. Crop Science, 7: 171-175.
- Rao, M.S.S. and Mendham, N.J., 1991. Comparison of Chinoil (*B. campestris* subsp. *Olefera* * sunsp. *Chinensis*) and *B. napus* oil seed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. The Journal of Agricultural Science, 177: 177-187.
- Rosenberg, N.J., 1983. Microclimate: The biological environment. Willey lnterscience pub., U.S.A., 315p.

The effects of irrigation and dry farming on growth indices of yarrow (*Achillea millefolium* L.) in Karaj

E. Sharifi Ashoorabadi[1*], M.H. Lebaschy[2], A. Matin[3], B. Naderi[2], M. Rezaei[2], M. Gholypoor[2], B. Allahverdi [2] and K. Alizadeh Anaraki[2]

1*- Corresponding author, Research Institute of Forest and rangelands, Tehran, Iran, E-mail: Esharifi@rifr-ac.ir
2- Research Institute of Forest and rangelands, Tehran, Iran
3- Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

Received: September 2008 Revised: May 2009 Accepted: May 2009

Abstract

In order to study the effects of irrigation and dry farming condition on growth indices of yarrow (*Achillea millefolium* L.) an experiment was carried out in Alborz Research Center during 2005-2006. In the first year after planting, the plants viability investigated in dry farming condition and growth physiological indices were determined. In the second year, the treatments were irrigated based on total accumulated evaporation from class A pan namely at the rate of 30 mm (mild stress), 60 mm (medium stress), 90 mm (severe stress), full irrigation (no stress) and no irrigation (control). For each treatment, the soil moisture content was measured by weighting method (daily) before and after applying irrigation treatments. The amount of water requires for each treatment was measured by water meter.In the second year, the growth physiological indices were also determined. The results showed that, at the first year, dry matter cumulated to 2250 GDD then reduced during growth. In second year, the plants with no irrigation were died. In other treatments, by increasing soil moisture from severe to medium, the dry mater cumulative and Leaf area index increased. In all of the stress treatments, decreasing in plant growth was observed in 3000 GDD. The results showed that, mild water stress had highest performance than other treatments.

Key words: Yarrow (*Achillea millefolium* L.), water stress, physiological growth indices, dry farming.