شبیه سازی شاخص سطح برگ زعفران بر اساس زمان حرارتی تجمعی

سیده ملیحه میرهاشمی[۱]، محمد بنایان[۲]، احمد نظامی[۳]، مهدی نصیری محلاتی[۴]

۱- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲، ۳ و ٤- عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

Mirhashemi1391@yahoo.com

خلاصه

سطح برگ گیاه یک فاکتور کلیدی و تعیین کننده جهت دریافت تشعشع، فتوسنتز ، تبادل انرژی و آب می باشد. بنابراین تخمین دقیق آن در مدلهای رشد گیاهی نقش مهمی دارد. هدف اصلی از این مطالعه شبیه سازی شاخص سطح برگ روزانه زعفران توسط یک تابع غیرخطی و بر اساس سن گیاه (زمان حرارتی تجمعی یا درجه روز رشد) بود.. داده‌های ورودی مورد نیاز مدل شامل داده‌های آب و هوا (درجه حرارت حداقل و حداکثر) و اطلاعات مربوط به گیاه بود. به منظور ساخت و ارزیابی مدل و جمع آوری داده های گیاهی مربوط به شاخص سطح برگ زعفران، آزمایشی طی دو سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. مدل پیش‌بینی قابل قبولی از شبیه‌سازی شاخص سطح برگ زعفران با جذر میانگین مربعات خطا معادل ۱۱/۸۲٪ و کارایی مدلسازی معادل ۰/۹۷ نشان داد.

کلمات کلیدی: مدل، درجه حرارت، کارایی مدلسازی

۱. مقدمه

سطح برگ گیاه یک فاکتور کلیدی و تعیین کننده جهت دریافت تشعشع، فتوسنتز (۱و۲)، تبادل انرژی و آب می باشد(۳). بنابراین اندازه گیری صحیح و درست LAI برای درک اثرمتقابل بین رشد گیاه و محیط ضروری می باشد. در حال حاضر مفهوم LAI یک متغییر ضروری در مدلهای مکانیستی رشد گیاهان زراعی است(۳). لذا تخمین درست آن و تشریح کامل پویایی رشد و پیری برگ مخصوصا در محدوده کمی از شاخص سطح برگ که جذب تشعشع حساس تر است (۲) جهت پیش بینی تولید بیوماس، عملکرد و دریافت تشعشع خورشیدی در مدل های رشد گیاه زراعی ضروری است (۴). با توجه به فنولوژی منحصر به فرد زعفران تا کنون تجزیه و تحلیل نمو سطح برگ زعفران با هدف استفاده در مدلهای شبیه سازی انجام نشده است، لذا این مطالعه به منظورکمی کردن شاخص سطح برگ براساس سن گیاه (زمان حرارتی تجمعی یا درجه روز رشد) انجام شد.

۲. مواد و روش

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد طی سالهای زراعی ۱۳۹۱- ۱۳۹۰ و ۱۳۹۲- ۱۳۹۱ در مزارع یکساله زعفران انجام شد. این منطقه با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه

[۱]- دانشجوی دکترای دانسکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
[۲]-دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
[۳]- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
[٤]- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد واقع شده است. در هر دو سال آزمایش عملیات آماده سازی و کشت بطور همزمان بصورت زیر انجام شد: اوایل بهار میزان ۲۵ تن در هکتار کود گاوی پوسیده به زمین اضافه شد. در شهریورماه عملیات خاک ورزی شامل شخم، دو دیسک عمود برهم و تسطیح زمین با استفاده از دستگاه لولر انجام شد. زعفران در ۲۵ شهریور هر سال با تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و عمق کاشت ۱۰ سانتیمتر کشت شد. آبیاری اول در ۱۶ مهرماه انجام شد، بعد از اتمام گلدهی کود نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف و آبیاری دوم نیز انجام شد. آبیاری های بعدی تا انتهای فصل رشد در ۴ نوبت صورت پذیرفت. کنترل علفهای هرز طی فصل رشد بصورت دستی انجام شد.

به منظور تعیین شاخص‌سطح برگ نمونه برداری تخریبی پس از سبز شدن بوته‌ها هر ۱۵ روز یکبار انجام شد. در آزمایشگاه برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه Leaf Area Meter (مدل LI 3100C) استفاده شد. شبیه سازی شاخص سطح برگ بر اساس داده های بدست آمده از سال زراعی ۱۳۹۱- ۱۳۹۰ در شرایط مشهد انجام شد و مدل ساخته شده بر اساس داده های بدست آمده از سال زراعی ۱۳۹۲- ۱۳۹۱ ارزیابی شد.

مدل در قالب یک برنامه کامپیوتری در محیط مخصوص مدلسازی "Model Maker" نوشته شد و شاخص سطح برگ (LAI) روزانه از یک تابع غیرخطی بر اساس سن گیاه (TT) برآورد شد (معادله۱):

$$LAI = \exp(\alpha) \times ((TT - TT_e)^{\wedge} \beta \times (TT_{el} - TT)^{\wedge} \lambda$$

که در این رابطه، TT، زمان حرارتی تجمعی یا درجه روز رشد، TTe زمان حرارتی مورد نیاز برای ظهور برگها، TTel زمان حرارتی مورد نیاز برای پایان رشد برگ که در آن برگها بطور کامل زرد شده و شاخص سطح برگ به صفر می‌رسد، و β،α و λ ضرایب معادله هستند.

برای آزمون مدل، تعیین دقت کلی مدل توسط RMSE(%) مطابق معادله ۲ محاسبه شد، و صحت کلی مدل بر اساس کارایی مدل‌سازی (ME) بدست آمد (معادله ۳) (۴).

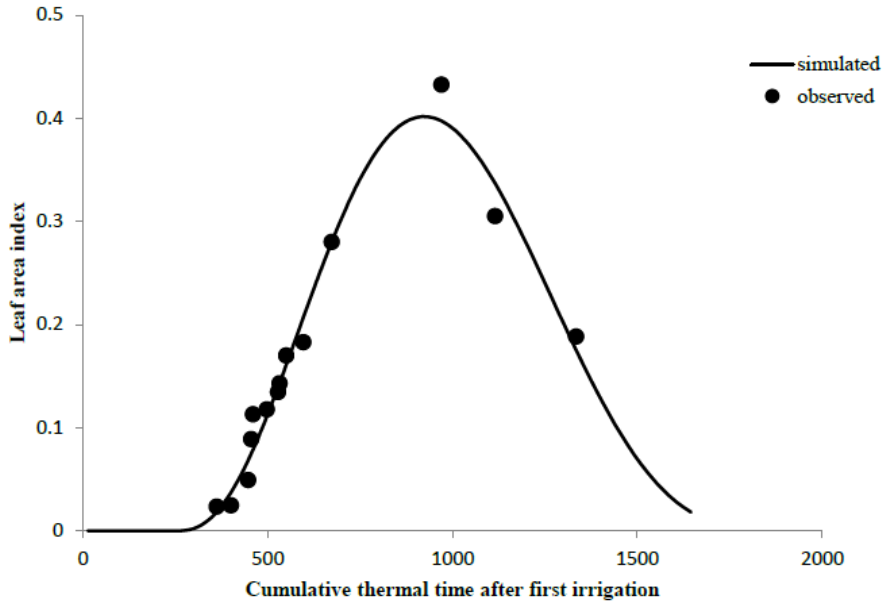
$$RMSE\,(\%) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(S_i - O_i)^2}{n}} \cdot \frac{100}{\overline{O}} \qquad (۲)$$

$$ME = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(O_{i-}\overline{O})^2 - \sum_{i=1}^{n}(S_i - O_i)^2\right]}{\sum_{i=1}^{n}(O_i - \overline{O})^2} \qquad (۳)$$

که در آن S و O به ترتیب داده‌های شبیه‌سازی شده و مشاهده شده، $\overline{O}$ میانگین داده‌های مشاهده شده و n تعداد مشاهدات می‌باشد.

۳. نتایج و بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که روند رشد سطح برگ زعفران طی فصل رشد غیرخطی بود و از تابع سیگموئیدی پیروی کرد. به طور کلی درجه حرارت عامل اصلی تعیین کننده رشد سطح برگ بویژه در مراحل اولیه رشد است (۴و۵). لذا در این مطالعه سعی شد شاخص سطح برگ با استفاده از فرمول مربوطه (معادله۱)، توسط زمان حرارتی تجمعی برازش داده شود. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود مدل شاخص سطح برگ شبیه‌سازی شده را نزدیک به مقادیر مشاهده شده نشان داد. دامنه شاخص سطح برگ شبیه‌سازی شده بین ۰/۰۲ تا ۰/۴۰ بود، که با مقادیر مشاهده شده تطابق داشت (شکل ۱).



شکل ۱- شبیه‌سازی شاخص سطح برگ زعفران یکساله در سال ۹۱-۱۳۹۰

تطابق بین مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده سال دوم بر اساس مقادیر بدست آمده برای RMSE و ME معنی‌دار بود. RMSE(%) ۱۱/۸۲ بدست آمد. این در حالی بود که کارایی مدل با مقدار ۰/۹۷، واریانس کمی را بین مقادیر شبیه‌سازی شده نشان داد. بطور کلی تعیین اعتبار مدل نشان داد که مدل قادر است شاخص سطح برگ را به خوبی شبیه‌سازی کند.

۴. نتیجه گیری

تعیین اعتبار مدل نشان داد که معادله پیشنهادی، شاخص سطح برگ زعفران را بر اساس زمان حرارتی تجمعی بخوبی تخمین زد. لذا طبق نتایج بدست آمده می توان شاخص سطح برگ زعفران را بر اساس درجه حرارت شبیه‌سازی نمود.

۵. منابع

۴-کوچکی، ع. و خواجه حسینی، م. (۱۳۸۷)، "زراعت نوین"، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۷۰۴ ص.

5- Kropff, M.J., and Van Laar, H.H. 1993. Modelling Crop-weed Interactions. CAB International, UK.

De Jesus, Jr., W.C., do Vale, F.X.R., Coelho, R.R., Costa, L.C., 2001. Comparison of two methods for estimating leaf area index on common bean. Agronomy Journal. 93: 989-991.

Gabrielle, B., P. Denoroy, G. Gosse , E. Justes and M.N. Andersen. 1998. A model of leaf area development and senescence for winter oilseed rape. Field Crops Research. 57 : 209–222.

کوچکی، ع. و بنایان، م. (۱۳۷۵)، "مدلسازی در گیاهان زراعی"، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۸۸ص.