نیاز آبی و ضریب گیاهی گندم در منطقه زرقان استان فارس

جانب ا... نیازی[۱]، حمیدرضا فولادمند[۱]، سید حمید احمدی[۱] و ژاله وزیری[۲]

چکیده

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی فارس در منطقه زرقان در سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۱ به منظور تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی گندم رقم کراس آزادی به وسیله لایسیمتر انجام شد.

بر اساس نتایج به دست آمده نیاز آبی گندم در سه سال آزمایش به ترتیب برابر ۷۲۰، ۷۱۲ و ۶۷۴ میلی‌متر محاسبه شد. هم‌چنین با در نظر گرفتن روش پنمن مانتیت برای محاسبه تبخیر تعرق بالقوه گیاه مرجع، میانگین ضریب گیاهی مراحل چهارگانه رشد گندم به ترتیب برابر ۰/۳۷، ۰/۶۸، ۱/۱۱ و ۰/۵۱ به دست آمد. علاوه بر آن، به منظور برنامه‌ریزی آبیاری گندم در سال‌های آینده از یک طرف و عدم دسترسی کشاورزان به کلیه آمار هواشناسی از طرف دیگر، سعی شد رابطه‌ای برای تعیین نیاز آبی گندم در منطقه به دست آید. در این راستا از میانگین دهه‌ای آمار تبخیر از تشت کلاس A و ضریب گیاهی استفاده گردید.

واژه‌های کلیدی: *نیاز آبی، ضریب گیاهی، گندم*

مقدمه

از کل سطح اراضی زیر کشت غلات کشور در سال زراعی ۱۳۷۹-۱۳۷۸، استان فارس با دارا بودن ۷/۸۵ درصد سطح زیر کشت در رتبه دوم و با ۱۴/۶ درصد تولید در رتبه اول قرار داشت (۱). سطح زیر کشت گندم آبی در استان فارس ۳۶۶۰۴۱ هکتار و عملکرد کل آن ۱۱۷۴۲۵۱ تن می‌باشد (۱). سطح زیر کشت گندم آبی در شیراز و مرودشت به ترتیب برابر ۵۹۸۹۰ و ۵۴۸۰۰ هکتار و عملکرد آن هم به ترتیب برابر ۲۰۳۶۳۰ و ۲۳۵۶۴۰ تن است (۴). با توجه به محدودیت منابع آب در کشور و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده برای تأمین و انتقال آب، برنامه‌ریزی دقیق به منظور استفاده بهینه از منابع آب موجود که از عوامل مهم مدیریت آبیاری مزرعه است، ضروری می‌باشد. برای رسیدن به این هدف مهم، تعیین نیاز آبی گیاهان در مناطق مختلف کشور لازم است. مقدار تبخیر تعرق به پارامترهای هواشناسی و شرایط جوی، فصل رشد، بافت خاک و روش کاشت گیاه مورد نظر بستگی دارد.

برای تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی گندم پژوهش‌هایی با استفاده از لایسیمتر در مناطق مختلف جهان انجام شده است.

---

۱. کارشناسان ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان فارس

۲. مربی پژوهش مؤسسه تحقیقات آب و خاک، تهران

Archive of SID

www.SID.ir

در تحقیقی در کرج، درون یک لایسیمتر و اطراف آن (در سطح ۲۰ در ۲۰ مترمربع) گندم رقم قدس کشت شد و میانگین تبخیر تعرق در طول سه فصل زراعی برابر ۷۶۵ میلی‌متر به دست آمد (۳). پریهار و همکاران (۱۰) در منطقه نیمه خشک لادهیانای هند در کرت‌های آزمایشی، مقدار تبخیرتعرق گندم را برابر ۴۵۴ میلی‌متر گزارش کردند. در پژوهشی دیگر در همین منطقه حداکثر تبخیرتعرق روزانه گندم برابر ۴/۶ میلی‌متر در روز به دست آمد (۷). در منطقه نیمه خشک کارنال هند با میانگین بارندگی ۶۶۷ میلی‌متر در سال با استفاده از لایسیمتر الکتریکی، میانگین تبخیرتعرق گندم در دو فصل زراعی ۱۹۹۲-۱۹۹۱ و ۱۹۹۳-۱۹۹۲ با دوره رشد ۱۵۰ روز برابر ۳۳۶ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و ضریب گیاهی مراحل مختلف رشد نیز به ترتیب برابر ۰/۵، ۱/۳۶، ۱/۲۴ و ۰/۴۲ به دست آمد (۱۳). در منطقه مرطوب بنگال هند با در نظر گرفتن نسبت ۱/۲ بین ارتفاع آب آبیاری و مقدار تبخیر تجمعی از تشت کلاس A، در سال‌های زراعی ۱۹۹۰-۱۹۸۹ و ۱۹۹۱-۱۹۹۰، تبخیرتعرق گندم به ترتیب برابر ۲۳۸/۲ و ۲۶۱/۹۵ میلی‌متر به دست آمد (۶). ضریب گیاهی مراحل مختلف رشد نیز در این پژوهش به ترتیب برابر ۰/۳۳، ۰/۸۲، ۱/۰۸ و ۰/۶۴ تعیین گردید. در یک منطقه نیمه خشک در شمال چین با استفاده از لایسیمتر، میانگین تبخیرتعرق گندم برابر ۴۴۳/۶ میلی‌متر و مقادیر میانگین، حداکثر و حداقل ضریب گیاهی فصلی گندم برابر ۰/۹۲، ۱/۳۳ و ۰/۴۲ برآورد گردید (۸). در تحقیقی دیگر در یک منطقه نیمه خشک در شمال چین با استفاده از لایسیمتر ثقلی، تبخیرتعرق سالانه گندم بهاره در سال ۱۹۹۸ برابر ۴۲۵/۷ میلی‌متر به دست آمد و ضریب گیاهی مراحل مختلف رشد نیز به ترتیب برابر ۰/۵۵، ۱/۰۳، ۱/۱۹ و ۰/۶۵ برآورد شد (۹).

به منظور به دست آوردن مقادیر دقیق ضریب گیاهی، می‌توان همراه با کشت گیاه اصلی اقدام به کشت چمن (به عنوان گیاه مرجع) در لایسیمتر دیگری نمود. رحیم‌زادگان (۱۱) با کشت چغندر قند در دو لایسیمتر و چمن در سه لایسیمتر، ضریب گیاهی چغندرقند را برای فواصل زمانی ۱۰ روزه، ماهانه و کل فصل زراعی در غرب اصفهان تعیین نمود. ولی می‌توان به جای کشت چمن در لایسیمتر، برای محاسبه تبخیرتعرق بالقوه گیاه مرجع از معادله‌های ارائه شده مانند پنمن مانتیت استفاده نمود. بر اساس پیشنهاد فائو در این پژوهش به منظور برآورد تبخیرتعرق بالقوه گیاه مرجع از روش پنمن مانتیت استفاده شد (۵ و۱۲).

از طرف دیگر با استفاده از داده‌های هواشناسی طولانی مدت به وسیله نرم‌افزار کراپ‌وات بر مبنای روش پنمن مانتیت برای محاسبه تبخیرتعرق بالقوه گیاه مرجع، نیاز آبی اغلب گیاهان زراعی به روش غیر مستقیم در نقاط مختلف کشور محاسبه شده است (۲). به طوری که نیاز آبی گندم در مرودشت (۱۰ کیلومتری شمال زرقان) برابر ۷۵۱/۵ میلی‌متر برآورد گردید (۲).

در این پژوهش با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده بیلان آب خاک در یکی از لایسیمترهای مرکز تحقیقات کشاورزی فارس در منطقه زرقان در دوره‌های زمانی ۱۰ روزه، نیاز آبی گندم رقم کراس آزادی به روش مستقیم و هم‌چنین با توجه به آمار هواشناسی سال‌های آزمایش به روش غیر مستقیم با استفاده از نرم‌افزار کراپ‌وات محاسبه شد. در پایان با استفاده از روش پنمن مانتیت برای محاسبه تبخیرتعرق بالقوه گیاه مرجع، ضریب گیاهی مراحل چهارگانه رشد گندم برای منطقه تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقات کشاورزی فارس در منطقه زرقان (ارتفاع ۱۶۲۱ متر از سطح دریا، عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی) در سه فصل زراعی ۱۳۷۹-۱۳۷۸، ۱۳۸۰-۱۳۷۹ و ۱۳۸۱-۱۳۸۰ انجام شد. رقم کراس آزادی که از ارقام غالب مورد کاشت منطقه می‌باشد درون یک لایسیمتر به ابعاد ۲ در ۲ و عمق ۱/۴ متر و مساحت ۲۰ در ۲۰ مترمربع در اطراف لایسیمتر، با شرایط یکسان در اول آبان ماه هر سه سال کشت شد. بافت خاک درون لایسیمتر و اطراف آن لوم رسی سیلتی با حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم ۲۰/۵ و ۱۰/۵ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

وزنی و چگالی ظاهری ۱/۵۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد. بعضی از ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. با شروع فصل رشد در فاصله‌های زمانی ۲ تا ۳ روزه با برداشت نمونه وزنی از خاک درون لایسیمتر، مقدار آب آبیاری به طوری تعیین می‌شد که تنشی به گیاه وارد نشود. ولی معادله بیلان آب خاک درون لایسیمتر، با استفاده از رابطه زیر برای دوره‌های زمانی ۱۰ روزه اعمال شد (۵):

$$ET_{ci} = I_i + P_i - D_i + W_{i-1} - W_i \qquad [۱]$$

که در آن ET_{ci} : تبخیرتعرق بالقوه گیاه (گندم)، I_i : مقدار آب آبیاری، P_i : مقدار بارندگی، D_i : مقدار زه‌آب، W_{i-1} : مقدار رطوبت خاک در زمان اول اندازه‌گیری و W_i: مقدار رطوبت خاک در زمان دوم اندازه‌گیری می‌باشد. واحد کلیه پارامترهای به کار رفته در معادله ۱ بر حسب میلی‌متر می‌باشد. بنابراین، با استفاده از معادله ۱ برای هر ۱۰ روز مقدار تبخیرتعرق گندم (برابر نیاز آبی گیاه) در دوره رشد ۲۲۰ روز و برای هر سه سال آزمایش به دست آمد. هم‌چنین با استفاده از آمار هواشناسی ایستگاه موجود در محل آزمایش، نیاز آبی گندم از روش غیر مستقیم و به وسیله نرم‌افزار کراپ‌وات در دوره‌های ۱۰ روزه تعیین شد. میانگین داده‌های هواشناسی ماهانه برای سال‌های مختلف آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. سپس با استفاده از تبخیرتعرق گیاه مرجع به دست آمده از نرم‌افزار کراپ‌وات (بر مبنای روش پنمن مانتیت) از معادله زیر ضریب گیاهی در دوره‌های زمانی ۱۰ روزه تعیین گردید (۵):

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \qquad [۲]$$

که در آن K_c : ضریب گیاهی و ET_o : تبخیرتعرق بالقوه گیاه مرجع بر حسب میلی‌متر است. در پایان با رسم منحنی ضریب گیاهی در فصل رشد، طول مراحل چهارگانه رشد گندم در منطقه زرقان تعیین گردید و با میانگین‌گیری از اعداد ضریب گیاهی هر مرحله، میانگین ضریب گیاهی مراحل چهارگانه رشد به دست آمد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج بیلان آب خاک به دست آمده در دوره‌های ۱۰ روزه مختلف، مقدار تبخیرتعرق سالانه (نیاز آبی) گندم در سال‌های زراعی ۱۳۷۹-۱۳۷۸، ۱۳۸۰-۱۳۷۹ و ۱۳۸۱-۱۳۸۰ برای طول دوره رشد ۲۲۰ روز در هر سال به ترتیب برابر ۷۲۰، ۷۱۲ و ۶۷۴ میلی‌متر شد. بنابراین، میانگین نیاز آبی سالانه گندم با روش مستقیم برابر ۷۰۲ میلی‌متر به دست آمد. در سه سال ذکر شده و با استفاده از روش غیر مستقیم به وسیله نرم‌افزار کراپ‌وات، نیاز آبی در دوره رشد ۲۲۰ روز به ترتیب برابر ۸۳۲، ۸۳۰ و ۷۵۹ میلی‌متر تخمین زده شد. بنابراین میانگین نیاز آبی سالانه گندم با روش غیر مستقیم برابر ۸۰۷ میلی‌متر به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که با روش غیر مستقیم نیاز آبی بیشتر برآورد می‌شود. هم‌چنین می‌توان نتیجه گرفت که نیاز آبی سالانه گندم در منطقه زرقان با دوره رشد ۲۲۰ روز حدود ۷۰۰ میلی‌متر می‌باشد.

از طرف دیگر با استفاده از نتایج به دست آمده تبخیرتعرق بالقوه گیاه مرجع به وسیله نرم‌افزار کراپ‌وات و با توجه به تبخیرتعرق گندم به دست آمده از روش مستقیم، ضریب گیاهی دهه‌های مختلف محاسبه گردید. منحنی تغییرات دهه‌ای تبخیرتعرق گندم و تبخیرتعرق گیاه مرجع در سه سال آزمایش در شکل ۱ ارائه شده است. هم‌چنین تغییرات دهه‌ای ضریب گیاهی سه سال آزمایش در شکل ۲ ارائه شده است. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود دوره رشد گندم رقم کراس آزادی در منطقه زرقان به چهار مرحله ۴۰، ۱۲۰، ۳۰ و ۳۰ روز تقسیم می‌شود و حداکثر تبخیرتعرق گندم در انتهای مرحله سوم (حدود ۱۹۰ روز پس از کاشت) به وقوع پیوسته است. میانگین ضریب گیاهی چهار مرحله رشد در سه سال آزمایش در جدول ۳ ارائه شده است. میانگین ضریب گیاهی چهار مرحله رشد در سه سال آزمایش به ترتیب برابر ۰/۳۷، ۰/۶۸، ۱/۱۲ و ۰/۵۱ (میانگین کل فصل رشد برابر ۰/۶۷) به دست آمد. آلن و همکاران (۵) نیز دوره ۲۴۰ روزه رشد گندم در مناطق نیمه مرطوب را به چهار مرحله ۳۰، ۱۴۰، ۴۰ و ۳۰ روز تقسیم

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. بعضی از خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش در سال‌های مختلف

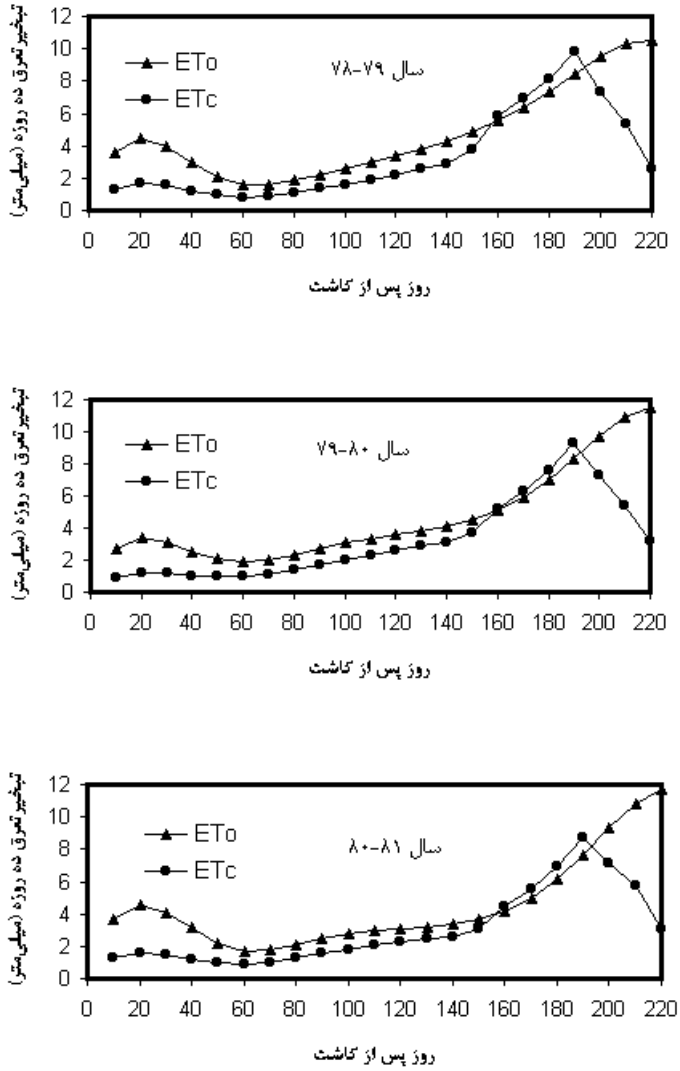
سال زراعی	عمق خاک (سانتی‌متر)	درصد مواد آلی	EC (dS/m)	pH	N (٪)	P (ppm)	K (ppm)
۱۳۷۸-۷۹	۰-۳۰	۰/۶۷	۰/۷۱	۷/۸	۰/۰۶۵	۸/۵	۳۳۸
	۳۰-۶۰	۰/۵۵	۰/۷۱	۷/۸	۰/۰۶۴	۸/۵	۳۵۰
۱۳۷۹-۸۰	۰-۳۰	۰/۶۵	۰/۷۲	۷/۸	۰/۰۶۵	۸/۵	۳۳۹
	۳۰-۶۰	۰/۶۵	۰/۷۳	۷/۸	۰/۰۶۳	۸/۶	۳۴۱
۱۳۸۰-۸۱	۰-۳۰	۰/۷۳	۰/۷۱	۷/۹	۰/۰۷۰	۷/۶	۴۰۷
	۳۰-۶۰	۰/۵۵	۰/۷۳	۷/۹	۰/۰۵۰	۶/۶	۳۵۸

جدول ۲. میانگین آمار هواشناسی محل آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۷۹-۱۳۷۸، ۱۳۸۰-۱۳۷۹ و ۱۳۸۱-۱۳۸۰ (به ترتیب میانگین حداقل دما، حداکثر دما، درصد رطوبت نسبی، سرعت باد، ساعات آفتابی، تبخیر از تشت و مجموع بارندگی ماهانه)

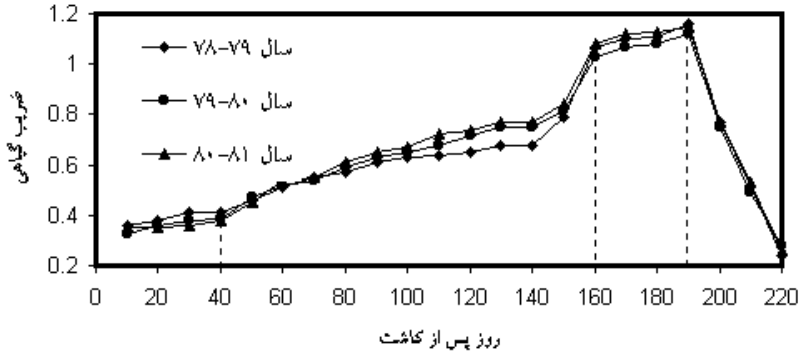
ماه	T_{min} (°C)	T_{max} (°C)	RH_{ave} (%)	U (m/s)	N (hr)	Ep (mm)	Rain (mm)
آبان	۴/۷	۲۲/۶	۳۹/۸	۳/۹۳	۸/۴	۵/۱۳	۰/۵
آذر	۰/۳	۱۴/۸	۵۱/۵	۲/۱۰	۷/۸	۳/۳۱	۱۷/۳
دی	-۱/۹	۱۱/۹	۵۹/۸	۰/۸۷	۶/۷	۲/۱۷	۱۰۰/۷
بهمن	-۲/۷	۱۱/۲	۵۹/۳	۳/۸۳	۷/۶	۱/۶۷	۵۷/۸
اسفند	۰/۲	۱۸/۲	۳۵/۰	۴/۹۳	۹/۰	۳/۰۳	۱/۰
فروردین	۶/۴	۲۴/۳	۴۲/۶	۴/۱۷	۹/۴	۶/۴۵	۳/۶
اردیبهشت	۱۱/۳	۳۰/۳	۳۱/۴	۶/۲۷	۱۰/۷	۹/۱۵	۰/۰
خرداد	۱۳/۸	۳۵/۶	۲۳/۰	۴/۰۷	۱۲/۶	۱۲/۱۶	۰/۰
آبان	۵/۷	۲۰/۰	۵۲/۱	۳/۰۳	۷/۱	۴/۶۱	۵۶/۷
آذر	۱/۶	۱۳/۵	۶۳/۵	۳/۰۰	۶/۸	۲/۰۱	۸۰/۵
دی	-۱/۴	۱۲/۴	۶۱/۰	۳/۰۰	۷/۳	۱/۶۳	۳۰/۲
بهمن	-۲/۴	۱۲/۶	۵۲/۰	۳/۴۳	۸/۵	۲/۳۰	۳۸/۹
اسفند	۱/۶	۱۸/۵	۵۰/۰	۴/۰۷	۹/۱	۳/۹۵	۷/۲
فروردین	۴/۵	۲۳/۶	۴۲/۷	۵/۰۰	۹/۵	۵/۸۲	۳/۰
اردیبهشت	۱۰/۶	۲۹/۳	۳۶/۰	۶/۶۷	۹/۹	۸/۳۲	۲/۴
خرداد	۱۴/۰	۳۴/۲	۲۵/۳	۶/۴۳	۱۱/۸	۱۱/۹۳	۰/۰
آبان	۳/۵	۲۳/۱	۳۸/۱	۳/۹۳	۹/۲	۵/۱۴	۵/۸
آذر	۴/۱	۱۵/۰	۶۸/۹	۳/۶۷	۴/۵	۱/۷۵	۱۲۷/۶
دی	۰/۵	۱۲/۴	۶۷/۸	۱/۳۰	۷/۹	۱/۱۶	۱۵۹/۰
بهمن	-۱/۵	۱۳/۶	۵۱/۵	۲/۸۰	۸/۲	۱/۵۷	۲۹/۶
اسفند	۳/۱	۱۶/۹	۵۲/۹	۲/۹۰	۷/۴	۳/۱۰	۵۳/۸
فروردین	۶/۲	۲۰/۴	۵۶/۵	۶/۵۳	۸/۴	۴/۶۹	۵۸/۹
اردیبهشت	۸/۸	۲۸/۴	۳۹/۵	۶/۵۰	۱۰/۸	۸/۳۶	۰/۵
خرداد	۱۲/۸	۳۴/۴	۲۶/۰	۶/۶۳	۱۲/۲	۱۱/۰۸	۰/۰

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. تغییرات تبخیرتعرق ده روزه‌ای گندم (ETc) و تبخیرتعرق گیاه مرجع (ETo)در دوره رشد برای سه سال متوالی آزمایش



شکل ۲. منحنی تغییرات دهه‌ای ضریب گیاهی در سه سال آزمایش

www.SID.ir

جدول۳. میانگین ضریب گیاهی مراحل چهارگانه رشد در سال‌های مختلف

سال زراعی / مرحله رشد	۱۳۷۸-۷۹	۱۳۷۹-۸۰	۱۳۸۰-۸۱
اول	۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۳۶
دوم	۰/۶۵	۰/۶۸	۰/۷۰
سوم	۱/۱۲	۱/۰۹	۱/۱۳
چهارم	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۲

جدول ۴. ضریب گیاهی گندم در دهه‌های مختلف فصل رشد

دهه	ضریب گیاهی	دهه	ضریب گیاهی	دهه	ضریب گیاهی
۱	۰/۳۷۰	۹	۰/۶۸۳	۱۷	۱/۱۲۰
۲	۰/۳۷۰	۱۰	۰/۷۴۵	۱۸	۱/۱۲۰
۳	۰/۳۷۰	۱۱	۰/۸۰۸	۱۹	۱/۱۲۰
۴	۰/۳۷۰	۱۲	۰/۸۷۰	۲۰	۰/۹۱۷
۵	۰/۴۳۳	۱۳	۰/۹۳۳	۲۱	۰/۷۱۳
۶	۰/۴۹۵	۱۴	۰/۹۹۵	۲۲	۰/۵۱۰
۷	۰/۵۵۸	۱۵	۱/۰۵۸		
۸	۰/۶۲۰	۱۶	۱/۱۲۰		

کرده‌اند و ضریب گیاهی مراحل اول، سوم و چهارم رشد را به ترتیب برابر ۰/۴، ۱/۱۵ و ۰/۲۵ پیشنهاد نموده‌اند. مقایسه نتایج به دست آمده از آزمایش با مقادیر پیشنهاد شده توسط آلن و همکاران (۵) نشان‌دهنده هم‌خوانی ضرایب مراحل اول و سوم می‌باشد. ولی ضریب گیاهی به دست آمده مرحله چهارم به علت نیمه خشک بودن منطقه، تقریباً دو برابر ضریب پیشنهاد شده توسط آلن و همکاران (۵) است.

هم‌چنین به منظور برنامه‌ریزی آبیاری گندم در سال‌های آینده و عدم دسترسی کشاورزان منطقه به کلیه آمار هواشناسی، رابطه‌ای بین میانگین تبخیرتعرق روزانه گندم و میانگین روزانه تبخیر از تشت کلاس A به صورت زیر تعیین شد:

$$Y = -0/0178 Z^3 + 0/2024 Z^2 + 0/2868 Z \quad (R^2 = 0/518, n = 66, SE = 1/753, p < 0/0001) \qquad [3]$$

که در آن $Y = ET_c$ بر حسب میلی‌متر در روز و Z : میانگین تبخیر از تشت کلاس A در دهه‌های مختلف هر ماه سال بر حسب میلی‌متر می‌باشد. بنابراین مقدار Y به دست آمده میانگین تبخیرتعرق گندم در دهه‌های مختلف هر ماه بر حسب میلی‌متر خواهد بود. چنانچه از معادله ۳ دیده می‌شود مقدار R^2 به دست آمده زیاد نیست. بنابراین به منظور دست‌یابی به نتایج بهتر نخست معادله‌ای بین تبخیر از تشت کلاس A و تبخیرتعرق بالقوه گیاه مرجع به صورت زیر به دست آمد:

$$X = 0/0008 Z^3 - 0/115 Z^2 + 1/38 Z \quad (R^2 = 0/823, n = 66, SE\ 1/213, p < 0/0001) \qquad [4]$$

که در آن $X = ET_O$ بر حسب میلی‌متر در روز است. سپس با توجه به میانگین تبخیرتعرق بالقوه گیاه مرجع به دست آمده از معادله ۴ در دهه‌های مختلف هر ماه، می‌توان میانگین تبخیرتعرق دهه‌ای گندم در هر ماه سال را از معادله زیر برآورد کرد (۵):

$$ET_C = K_C \cdot ET_O \qquad [5]$$

مقادیر ضریب گیاهی دهه‌های مختلف فصل رشد در جدول ۴ ارائه شده است.

از طرف دیگر رابطه بین تبخیرتعرق گندم و تبخیرتعرق بالقوه گیاه مرجع در دوره‌های زمانی ۱۰ روزه در سال‌های مختلف آزمایش به صورت معادله زیر به دست آمد:

$$ET_C = 0/671\, ET_O \quad (R^2 = 0/522, n = 66, SE = 1/718, p < 0/0001) \qquad [6]$$

همان طور که در معادله ۶ دیده می‌شود، میانگین ضریب گیاهی فصلی گندم برابر ۰/۶۷۱ به دست می‌آید که با میانگین ضرایب گیاهی مراحل چهارگانه فصل رشد (۰/۶۷) برابر می‌باشد.

سپاسگزاری

مقاله فوق برگرفته از طرح تحقیقاتی "تعیین نیاز آبی گندم به روش مستقیم" می‌باشد که در مرکز تحقیقات کشاورزی فارس انجام شده است. بنابراین بدین وسیله از همکاری صمیمانه مدیریت و همکاران محترم مرکز تحقیقات کشاورزی، همکاران

Archive of SID
www.SID.ir

بخش تحقیقات خاک و آب، تکنسین‌های بخش خاک و آب و هم‌چنین از کارشناسان ایستگاه تحقیقات هواشناسی زرقان تقدیر و سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸. ۱۳۸۰. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات، تهران.

۲. فرشی، ع. ا.، م. ر. جاراللهی، م. ر. قائمی، م. شهابی‌فرد و م. تولائی. ۱۳۷۶. *برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور* (جلد اول: گیاهان زراعی). نشر آموزش کشاورزی، کرج.

۳. فرشی، ع. ا. ۱۳۷۸. تعیین نیاز آبی گندم (تبخیر و تعرق بالقوه) با استفاده از جعبه کشت (لایسیمتر) و تعیین برنامه آبیاری برای کسب حداکثر محصول در کرج. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران، صفحه ۶۲۹ تا ۶۳۰، دانشگاه فردوسی مشهد.

۴. یزدانبخش، م. و ز. جمشیدی. ۱۳۸۰. آمارنامه استان فارس ۱۳۷۹. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان فارس، معاونت آمار و انفورماتیک، شیراز.

5. Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration. Irrig. Drain. Paper 56, FAO, Rome.
6. Bandyopadhyay, P. K. and S. Mallick. 2003. Actual evapotranspiration and crop coefficient of wheat (*Triticum aestivum*) under varying moisture levels of humid tropical canal command area. Agric. Water Manag. 59: 33-47.
7. Hundal, B. S. and R. Singh. 1989. Evapotranspiration from wheat under semi-arid conditions in Panjab. Ann. Arid Zone, Jodhpur, India. 28: 117-121.
8. Kang, S., B. Gu, T. Du and J. Zhang. 2003. Crop coefficient and ratio of transpiration to evapotranspiration of winter wheat and maize in a semi-humid region. Agric. Water Manag. 59: 239-254.
9. Li, Y. L., J. Y. Cui, T. H. Zhang and H. L. Zhao. 2003. Measurement of evapotranspiration of irrigated spring wheat and maize in a semi-arid region of north China. Agric. Water Manag. 61: 1-12.
10. Prihar, S. S., K. L. Khera, K. S. Sandhu and B. S. Sandhu. 1976. Comparison of irrigation schedules based on pan evaporation and growth stages of winter wheat. Agron. J. 60: 650-653.
11. Rahimzadegan, R. 1995. Crop coefficient of sugar beet for Isfahan region. Iran Agric. Res. 14(2): 125-138.
12. Smith, M. 1992. Expert Consultation on Revision of FAO Methodologies for Crop Water Requirements. Land and Water Develop. Div. FAO, Rome.
13. Tyagi, N. K., D. K. Sharma and S. K. Luthra. 2000. Evapotranspiration and crop coefficient of wheat and sorghum. J. Irrig. Drain. Eng. ASCE. 126(4): 215-222.

Archive of SID

www.SID.ir