مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۴، شماره ۳، سال ۱۳۸۲ (۵۸۶-۵۷۹)

تعیین ضریب حساسیت گندم به تنش رطوبتی در مراحل مختلف رویش در منطقهٔ کرج

حسین اسدی[۱]، محمدرضا نیشابوری[۲] و حمید سیادت[۳]
۱، دانشجوی دوره دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۲، دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز،
۳، استاد پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب
تاریخ پذیرش مقاله ۸۱/۱۱/۱۶

خلاصه

جهت تعیین ضریب حساسیت گندم (Ky) پائیزه (رقم مهدوی) به تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد در ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج، آزمایشی بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و چهار تکرار در خاکی با بافت لوم رسی در سال زراعی ۷۸-۱۳۷۷ انجام شد. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از: بدون آبیاری یا تیمار دیم (T_1)، آبیاری کامل در تمام مراحل رشد یا تیمار شاهد (T_2)، آبیاری تا انتهای مرحله پنجه‌زنی و سپس قطع آب تا آخر دوره رشد (T_3)، آبیاری تا انتهای مرحله ساقه رفتن و سپس قطع آب تا آخر دوره رشد (T_4)، آبیاری تا انتهای مرحله گرده‌افشانی کامل و سپس قطع آب (T_5)، بدون آبیاری تا شروع مرحله ساقه رفتن و سپس آبیاری کامل تا آخر دوره رشد (T_6)، بدون آبیاری تا شروع خوشه رفتن و سپس آبیاری کامل تا آخر دوره رشد (T_7)، بدون آبیاری تا شیری شدن و سپس آبیاری کامل تا آخر دوره رشد (T_8)، آبیاری فقط در مراحل خوشه رفتن، گلدهی و گرده‌افشانی (T_9). تبخیر و تعرق در هر تیمار و برای مراحل مختلف رشد از روش بیلان رطوبت خاک با استفاده از دستگاه TDR برای تعیین رطوبت خاک، محاسبه گردید. پس از برداشت و تعیین عملکرد دانه، ضریب حساسیت این رقم به تنش رطوبتی(Ky) با استفاده از رابطهٔ فائو محاسبه گردید. حداکثر عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد با آبیاری کامل و برابر ٤٥٦٥ کیلو گرم در هکتار و حداقل آن برابر ۵۷۱ کیلو گرم در هکتار مربوط به تیمار دیم بود. حداکثر تبخیر و تعرق فصلی ۳۳۷ میلی‌متر و حداقل آن ٦۳/٤ میلی‌متر به ترتیب مربوط به تیمار شاهد (T_2) و تیمار دیم (T_1) بود. مقادیر Ky بر اساس رابطهٔ بین کاهش نسبی تبخیر و تعرق و کاهش نسبی عملکرد برای کل دوره رشد ۱/۰۸، برای مرحلهٔ پنجه‌زنی ۰/٤۵، برای ساقه رفتن ۰/۵٦ و برای مرحله تکامل دانه ۰/٤۸ به دست آمد. بیشترین Ky برابر ۱/۱ و مربوط به مراحل "پنجه زنی و ساقه رفتن + خوشه رفتن و گلدهی" بود.

واژه‌های کلیدی: گندم پائیزه، تنش رطوبتی، تبخیر و تعرق، عملکرد دانه، ضریب حساسیت

مقدمه

روابط بین گیاه، آب، خاک و اقلیم بسیار پیچیده بوده و متاثر از فرآیندهای بسیار زیادی است. مصرف آب در مزرعه به صورت تبخیروتعرق (ET) می‌باشد که مقدار آن بر حسب شرایط محیطی و مرحله رشد گیاه متفاوت بوده و از طرق مختلف قابل برآورد است. کمبود آب در گیاه را می‌توان از مقایسه بین ET واقعی در شرایط معین و ETp در شرایط بدون کمبود آب بررسی کرد. مطالعات زیادی در این مورد صورت گرفته است و روابط متعددی بین ET و عملکرد آن گیاه داده شده است. مدلی که در این راستا توسط FAO (۶) ارائه شده است به صورت زیر است:

$$(1-\frac{Y_a}{Y_m}) = K_y\,(1-\frac{ET_a}{ET_m})$$

مکاتبه کننده: حسین اسدی

Archive of SID
www.SID.ir

که در آن: Y_a و Y_m به ترتیب عملکرد واقعی و حداکثر؛ و ET_a و ET_m نیز تبخیروتعرق واقعی و حداکثر می‌باشند. در رابطه فوق‌الذکر Ky اثر فرآیندهای پیچیده‌ای را در مجموع به صورت یک ضریب بین کاهش نسبی عملکرد و کاهش نسبی تبخیر و تعرق بیان می‌کند. مدل مذکور برای تجزیه و تحلیل روابط بین عملکرد گیاه و مصرف آب، و پیش‌بینی عملکرد تحت شرایط کمبود آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل همچنین پایه و اساس مدیریت منطقی آب را در ارتباط با تولید محصول آبی تشکیل می‌دهد. لازمه استفاده از مدل به دست آوردن ضریب Ky برای گیاهان گوناگون در شرایط اقلیمی مختلف و همچنین برای مراحل مختلف رشد یک گیاه می‌باشد.

گندم (Triticum auestivum) از قدیمی‌ترین و پرمصرف‌ترین گیاهان زراعی جهان بوده و مهم‌ترین منبع غذایی انسان است (۲). بر اساس تقسیم‌بندی زیداکس و همکاران (۱۹۷۴) گندم (و بطور کلی غلات) دارای ده مرحله رشد اصلی از جوانه زدن تا رسیدن می‌باشند. دوره رشد گندم پاییزه ۱۸۰ تا ۲۵۰ روز گزارش شده است (۶).

گندم در مراحل مختلف رشد و نمو خود حساسیت یکسانی به کمبود آب ندارد (۷، ۱۳). درجه حساسیت یا عکس‌العمل به کمبود آب در مراحل مختلف رشد بسته به وضعیت خاک، عوامل اقلیمی، رقم (مثل پاکوتاه یا پا بلند بودن) و طول فصل رویش متغیر می‌باشد. همچنین تحت شرایطی کمبود آب ممکن است مطلوب باشند (۱۹). مطالعات متعددی برای ارزیابی اثر آبیاری محدود (تنش آب) بر روی گیاهان مختلف از جمله گندم و تعیین مراحل حساس رشد صورت گرفته است. آزی (۱۹۲۲)، مولیبوگا (۱۹۲۸)، کزر و ساکت (۱۹۳۱) و رابرتسون و همکاران (۱۹۳۴) بحرانی‌ترین دوره از رشد و نمو گندم را برای آب در طول مرحله خوشه رفتن می‌دانند. روبینز و دومینگو (۱۹۶۲) در آزمایشی بر روی گندم بهاره نتیجه گرفتند که تنش رطوبتی قبل از مرحله خوشه رفتن به طور نسبی عملکرد را کاهش نمی‌دهد، اما از آن مرحله به بعد کمبود آب بطور معنی‌داری عملکرد را کاهش داده، و بیشترین کاهش عملکرد موقعی پیش می‌آید که تنش در طول خوشه رفتن و بعد از آن اتفاق بیافتد. سالتر و گوود (۱۶) بعد از بررسی گسترده منابع نتیجه گرفتند که گندم در طول دوره های ساقه رفتن[1] و خوشه رفتن[2] بیشترین حساسیت را به خشکی خاک و اتمسفر دارد. اشنیدر و همکاران (۱۹۶۹) وجود رطوبت کافی در خاک را از زمان خوشه رفتن تا پرشدن دانه عامل مهم و مؤثر بر عملکرد می‌دانند، دی و اینتالاپ (۱۹۷۰) نیتجه گرفتند که بیشترین کاهش عملکرد مربوط به تنش در مرحله تشکیل گره[3] می‌باشد. وارد شدن تنش آب در این مرحله به گندم باعث کوتاه شدن دوره رشد از زمان کشت تا مرحله گلدهی، همچنین باعث ایجاد گیاهان کوتاه‌تر، خوابیدگی بیشتر، عملکرد دانه پایین، وزن کمتر دانه، تعداد خوشه کمتر در واحد سطح و دانه‌های کمتر در خوشه می‌گردد. تحت تنش قرار دادن گندم در مراحل گلدهی و خمیری شدن نیز عملکرد را بطور معنی‌داری کاهش می‌دهد. الیگ و لمرت (۱۹۷۶) از آزمایشی که با پنج تیمار آبیاری بر روی گندم انجام دادند، دیدند که گیاهانی که تحت تنش قرار می‌گیرند نسبت به گیاهان شاهد (تیمار بدون تنش) تعداد خوشه بیشتری در واحد سطح تولید می‌کنند. در آزمایش آنها وزن دانه تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار نگرفت. سینگ (۱۹۸۱) اظهار می‌دارد که اگر نیاز آبی گندم در مرحله رشد رویشی به طور کامل برآورده شود و سپس در طول دوره متورم شدن ساقه یا دوره خوشه رفتن یا هر دو دوره[4] تحت تنش قرار گیرد عملکرد آن کاهش خواهد یافت. اما زمانی که گیاهان در مرحله رویشی تحت شرایط تنش آب (در حدود ۱۵ درصد کسری ET) قرار گرفتند، در مرحله خوشه رفتن در مقابل ۳۵ – ۳۰ درصد کمبود ET مقاومت کردند. نتیجه نهایی این است که اگر ذخیره آب محدود است، کمبودها باید تقریبا بطور یکنواخت در مراحل رشد اولیه و مرحله بحرانی پخش شوند. در این مطالعه مرحله رویشی و دوره بعد از خمیری شدن نرم[5]،به کمبود تبخیروتعرق حساس نبودند، همچنین طول خوشه تحت تاثیر قرار نگرفت. اک (۱۹۸۸) مشاهده کرد که آبیاری در مراحل پنجه‌زنی و تشکیل گره در مقایسه با آبیاری در مراحل خوشه‌رفتن و گرده‌افشانی منجر به عملکرد بالاتری می‌شود و نتیجه گرفت که چنانچه فقط یک

1. Shooting
2. Earing
3. Jointing
4. Booting / heading
5. Soft dough

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری مقدور است، مرحله تشکیل گره بهترین زمان آبیاری است. در بررسی گرگوری و همکاران (۱۹۹۴) نیز آبیاری در اواخر مرحله تشکیل گره و مرحله گرده‌افشانی بطور معنی‌داری عملکرد را افزایش داد. سینگ (۱۹۸۱) سه مرحله از رشد گندم را بر اساس کاهش حساسیت به این ترتیب ذکر می‌کند: خوشه رفتن، گلدهی تا تشکیل دانه[1] و مرحله رویشی[2] . دورنبوس و کاسام (۱۹۸۸) تأثیرپذیری عملکرد گندم از کمبود آب را در مراحل مختلف رشد به ترتیب زیر می‌دانند؛

گلدهی>> تشکیل دانه> مرحله رویشی

نامبردگان مقادیر ضریب حساسیت محصول را برای دوره‌های مجزای گلدهی، تشکیل دانه و رویشی به ترتیب ۰/۶، ۰/۵ و ۰/۲ برای گندم پاییزه و ۰/۶۵، ۰/۵۵ و ۰/۲ برای گندم بهاره ارائه دادند. همچنین مقدار Ky برای کل دوره رشد در گندم پاییزه ۱/۰ و در گندم بهاره ۱/۱۵ ارائه شده‌است. سینگ (۱۹۸۱) مقدار Ky را برای یک رقم گندم پاکوتاه زمستانه، در طی چهار سال آزمایش برابر ۱/۲۹ به دست آورد. باغبان‌زاده (۱۳۷۵) این ضریب را برای کل فصل رویش جو برابر ۱/۲۵ بدست آورد.

اگر چه FAO (۶) مقادیر Ky را به صورت کلی برای تعدادی از نباتات و از جمله گندم ارائه داده است، اما معرفی ارقام جدید گندم و تأثیرپذیری آنها از عوامل اقلیمی استفاده از ارقام داده شده را با عدم اطمینان یا تردید مواجه می‌کند. هدف این تحقیق مطالعه و ارزیابی ضریب حساسیت گندم در مراحل مختلف رشد در مدل FAO بوده است.

مواد و روش‌ها

جهت تعیین ضریب حساسیت گندم پاییزه (رقم مهدوی) در مراحل مختلف رویش، در ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج در خاک Fine Loamy over fragmental, Mixed , Thermic, Shallow,Xeric Toriorthents با بافت لوم رسی آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار زمان آبیاری و چهار تکرار انجام شد. چهار دوره از رشد گیاه شامل ۱- مرحله پنجه‌زنی، ۲- مرحله ساقه رفتن، ۳- مراحل خوشه رفتن، گلدهی و گرده‌افشانی، و ۴- مراحل شیری شدن، خمیری شدن و رسیدن، بر اساس تقسیم بندی زیداکس و همکاران (۱۹۷۴) برای اعمال تیمارها در نظر گرفته شدند. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از:

بدون آبیاری یا تیمار دیم (T_1)، آبیاری کامل در تمام مراحل رشد یا تیمار شاهد (T_2)، آبیاری تا انتهای مرحله پنجه‌زنی و سپس قطع آبیاری تا آخر دوره رشد (T_3)، آبیاری تا انتهای مرحله ساقه رفتن و سپس قطع آبیاری تا آخر دوره رشد (T_4)، آبیاری تا انتهای مرحله گرده‌افشانی و سپس قطع‌آب(T_5)، بدون‌آبیاری تا شروع مرحله ساقه رفتن و سپس آبیاری کامل تا آخر دوره رشد (T_6)، بدون آبیاری تا شروع خوشه رفتن و سپس آبیاری کامل تا آخر دوره رشد (T_7)، بدون آبیاری تا شروع شیری‌شدن‌وسپس آبیاری کامل تا آخر دوره رشد (T_8) و آبیاری فقط درمراحل‌خوشه رفتن، گلدهی و گرده افشانی(T_9).

آب آبیاری طرح از طریق چاه به ترتیب با pH و EC ۷/۲ و dS $۰/۳۱ m^{-1}$ بود. کشت در پانزدهم آبان ماه با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار توسط ماشین بذرکار سه ردیفه و بطور یکنواخت در تمام قطعه آزمایشی انجام شد. بذرکار مذکور بین هر سه ردیف کشت و با فاصله ۰/۵ متر فارویی جهت آبیاری ایجاد می‌کند، و به این ترتیب فاصله بین ردیف‌ها بطور متوسط ۱۶/۶ سانتی‌متر بود. قبل از کشت، ابتدا یک نمونه مرکب خاک از عمق ۳۰ – ۰ سانتی‌متری، جهت تعیین سطح حاصلخیزی خاک و تعیین میزان کوددهی برداشته شده و در آزمایشگاه جهت تعیین میزان عناصر ماکرو و میکرو مورد تجزیه قرار گرفت. کوددهی بر اساس نتایج آزمایشگاهی و توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام شد (۳). در نمونه‌های دست خورده و دست نخورده که قبلا تهیه شده بود، نقطه پژمردگی دائم (PWP) و ظرفیت مزرعه‌ای (FC) و منحنی رطوبتی در لایه‌های مختلف پروفیل خاک تعیین شد. برخی از خصوصیات خاک در جدول ۱ آورده شده‌اند.

آبیاری اول (خاک آب) و دوم برای جوانه‌زنی یکنواخت، در تمام قطعه بصورت فارویی انجام شد. بعد از جوانه‌زدن یکنواخت کل قطعه، طرح آماری با کرتهای با ابعاد ۲/۵ x ۴ متر مربع پیاده گردید. هرکرت‌شامل۱۵ ردیف و به طول ۴ متر بود. فاصله کرتها از یکدیگر از هر طرف یک متر بود، که با خاک پـــر شـده

1. Flowering to grain develipment
2. Vegatative

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک

عمق (سانتی‌متر)	شن(٪)	سیلت(٪)	رس(٪)	pH	EC (dS/m)	B.d (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	FC	PWP
۰-۳۰	٤۲/٥	۲٥	۳۲/٥	۷/۷	۰/٦۳	۱/٤	۲٤/۱	۱۳/۰
۳۰-٥۰	٤۲/٥	۲٥	۳۲/٥	۷/۸	۰/۷٤	۱/٦	۲۷/٥	۱٤/۹

*رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای (FC) و رطوبت نقطه پژمردگی (PWP) خاک بر حسب درصد حجمی می‌باشند.

و کاملا متراکم (فشرده) گردید. عملیات داشت (به جز آبیاری) شامل مبارزه با علف‌های هرز و آفات و کود سرک در زمان مناسب برای همه تیمارها به طور یکنواخت انجام شد.

تیمارها از پنجم اسفندماه ۱۳۷۷، که بعنوان شروع فصل رویش در نظر گرفته شد، اعمال گردیدند. شروع آبیاری در هر تیمار در مرحله رشد تعیین شده بود و زمان آبیاری‌های بعدی بر اساس تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک (۷۰ – ۶۰٪ تخلیه) در عمق توسعه ریشه تعیین می‌شد. مرحله رشد گیاه بر اساس دستورالعمل زیداکس و همکاران (۱۹۷۴) تعیین می‌شد و عمق مؤثر توسعه ریشه با توجه به خصوصیات خاک ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. رطوبت خاک به وسیلهٔ دستگاه TDR اندازه‌گیری گردید. میزان آبیاری برابر با مقدار آب لازم جهت رساندن رطوبت ناحیه ریشه به هنگام آبیاری به حد FC بود که محاسبه می‌گردید و به وسیلهٔ کنتور دقیقا اندازه‌گیری شده و بصورت فارویی به کرتها داده می‌شد. در طول فصل رویش فاکتورهای اقلیمی شامل بارندگی، دما، تبخیر از تشتک کلاس A و... از ایستگاه هواشناسی موجود در ایستگاه خاک و آب کرج استخراج گردید. برداشت در بیستم خرداد ماه از سطح خاک (طوقه گیاه) انجام پذیرفت. عملکرد کل (ماده خشک اندام هوایی) و عملکرد دانه به دست آمدند. تبخیر و تعرق (ET) در هر تیمار و برای دوره‌های مختلف رشد از روش بیلان رطوبتی خاک محاسبه گردید. به این منظور مقدار آب آبیاری همانطور که ذکر شد دقیقا با کنتور اندازه‌گیری می‌شد، مقدار بارندگی از داده‌های هواشناسی استخراج گردید، تغییرات رطوبت خاک (ΔSW) از داده‌های قرائت رطوبت خاک با TDR محاسبه شد. در این تحقیق زهکشی احتمالی از پروفیل ارزیابی نشده و فرض گردید که میزان آن در این خاک و تحت شرایط آزمایش (وجود لایه سخت و درشت بافت در عمق یک متری و نیز کنترل دقیق مقدار آب آبیاری) جزئی و قابل صرفنظر کردن باشد. با بکارگیری اندازه‌گیری‌ها و داده‌های حاصله تجزیه آماری بین محصول تیمارهای مختلف انجام شد و ضریب حساسیت گیاه به تنش رطوبتی Ky از مدل فائو $(1-\frac{Y_a}{Y_m}) = K_y \ (1-\frac{ET_a}{ET_m})$ محاسبه گردید.

نتایج و بحث

بر اساس اندازه‌گیری‌ها و محاسبات انجام شده اجزاء بیلان آب خاک و تبخیروتعرق تیمارهای مختلف برای کل فصل رویش (در این آزمایش شروع فصل رویش از آخرین یخبندان، پنجم اسفند ماه در نظر گرفته شد) در جدول ۲ آورده شده است. این اجزاء برای مراحل مختلف رویش نیز محاسبه گردید. حداکثر مقدار و دفعات آبیاری به ترتیب ۲۹۲/۵ میلی‌متر و ۱۰ نوبت و حداکثر تبخیروتعرق فصلی برابر ۳۳۷/۵ میلی‌متر است. این مقدار به عنوان تبخیروتعرق حداکثر در نظر گرفته می‌شود و می‌تواند به عنوان معیاری از نیاز آبی گیاه در فصل رویش باشد. حداکثر عملکرد دانه و حداکثر کل ماده خشک اندام هوایی به ترتیب برابر ۴۵۶۵/۵ و ۱۱۴۴۸/۱ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار شاهد (T_2) و حداقل آنها به ترتیب ۵۷۱/۵ و ۳۴۸۴/۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار دیم (T_1) بود. از لحاظ عملکرد دانه بین همه تیمارها بجز T_1 با T_8 و T_3 با T_8 در سطح ۵% اختلاف معنی‌دار وجود داشت. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها در جدولهای ۳ و ۴ آمده‌است.

مقادیر Ky در منطقه کرج برای کل دوره رویش و مراحل مختلف رشد در جدول ۵ ارائه شده است. در ستون آخر این جدول مقادیر Ky ارائه شده توسط فائو برای گندم نیز به منظور مقایسه درج شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود Ky کل دوره رشد به دست آمده از این تحقیق (۱/۰۷) با Ky کل ارائه شده توسط فائو (۱/۰۵) همخوانی زیادی دارد و عملا فرقی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- اجزاء بیلان آب خاک * و تبخیروتعرق برای تیمارهای مختلف

تیمار	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
آبیاری	۰/۰	۲۹۲/۵	۵۵/۰	۷۵/۰	۱۷۰/۰	۲۳۱/۳	۲۱۷/۵	۶۰/۰	۱۰۱/۳
بارندگی	۳۲/۵	۳۲/۵	۳۲/۵	۳۲/۵	۳۲/۵	۳۲/۵	۳۲/۵	۳۲/۵	۳۲/۵
تغییرات رطوبت خاک	۳۰/۹	۱۲/۵	۳۷/۸	۲۹/۲	۲۹/۷	۱۷/۲	۲۱/۲	۲۹/۸	۳۱/۰
تبخیروتعرق	۶۳/٤	۳۳۷/۵	۱۲۵/۳	۱۳٦/۷	۲۳۲/۲	۲۸۱/۰	۲۷۱/۲	۱٤۲/۳	۱٦٤/۸

مقادیر اجزاء بیلان آب خاک برای فصل رویش (۷۷/۱۲/۵ تا ۷۸/۳/۲۰) و بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس عملکرد کل و عملکرد دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد کل		عملکرد دانه	
		میانگین مربعات	P	میانگین مربعات	P
تکرار	۳	۱۲۲۵۰۲/۹	-	۹۹۲۷۹/۰	۰/۱۲۸
تیمار	۸	۲۹۰۵۰۴۵۷/۸	۰/۰۰۰۰	۸۰۵۷۵۰۲/۷	۰/۰۰۰۰
خطا	۲۴	۱۶۹۱۲۹/۰		۴۷۴۱۹/۲	

ضریب تغییرات (CV) برای عملکرد کل ۵/۸۱٪ و برای عملکرد دانه ۹/۲۸٪ بود.

جدول ۴ - مقایسه میانگین عملکرد کل و عملکرد دانه تیمارها

تیمار	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
عملکرد کل	۳٤۸٤h	۱۱٤٤۸a	٤۹۷٤f	۵٦۹۳e	۹۵۵۲b	۹۰۸٤b	۸٤۰۸c	٤۲۹٤g	٦۷۸۹d
عملکرد دانه	۵۷۱h	٤۵٦۵a	۹۵۰g	۱۳۰۲f	۲٦۱۰d	۳٦۹۱b	۳۳٤٦c	۸٦۷gh	۲۰۵٤e

جدول ۵ - ضریب حساسیت گندم در دوره‌های مجزای رشد

مرحله رشدی که کاهش ET رخ داده	تیمار	عملکرد واقعی(Ya)	عملکرد حداکثر(Ym)	ET_a	ET_m	Ky محاسبه شده	Ky (FAO)
مرحله " پنجه زنی"	T_6	۳۶۹۱	۴۵۶۵	۵۹/۱	۱۰۱/۸	۰/۴۶۶	-
مرحله "تکامل دانه[1]"	T_5	۲۶۱۰	۴۵۶۵	۱۳/۹	۱۱۹/۵	۰/۴۸۵	۰/۵
مراحل"پنجه زنی+ ساقه رفتن "	T_7	۳۳۴۶	۴۵۶۵	۶۳/۱	۱۲۱/۱	۰/۵۶۱	۰/۲
مراحل"پنجه زنی وساقه رفتن +خوشه رفتن و گلدهی "	T_8	۸۶۷	۴۵۶۵	۶۴/۰	۲۱۹/۰	۱/۱۴	-
مراحل"خوشه رفتن و گلدهی + تکامل دانه "	T_4	۱۳۰۲	۴۵۶۵	۱۳/۹	۲۱۶/۴	۰/۷۶۴	۰/۶
مراحل"پنجه زنی وساقه رفتن + تکامل دانه "	T_9	۲۰۵۴	۴۵۶۵	۷۸/۶	۲۴۰/۶	۰/۸۱۷	-
مراحل" ساقه رفتن + خوشه رفتن و گلدهی + تکامل دانه "	T_3	۹۵۰	۴۵۶۵	۱۹/۶	۲۳۵/۷	۰/۸۶۴	-
کل فصل رویش	T_1	۵۷۱	۴۵۶۵	۶۳/۴	۳۳۷/۵	۱/۰۷۷	۱/۰۵

* ET_a و ET_m تنها محدود به دوره یا دوره‌هایی هستند که در جدول مشخص شده است و از روش بیلان آب خاک محاسبه شده‌اند.

** Y_m عملکرد تیمار آبیاری کامل (تیمار ۲)می‌باشد.

Y_a و Y_m برحسب کیلوگرم در هکتار می‌باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۶ - مقادیر Ky در صورتیکه تبخیر و تعرق واقعی (ETa) در هر تیمار برای کل فصل رویش منظور شود.

تیمار	دوره‌ای که کمبود اتفاق افتاده یا گیاه تحت تنش بوده	Y_a	Y_m	ET_a	ET_m	Ky
T_1	کل فصل رویش	۵۷۱	۴۵۶۵	۶۴/۰	۳۳۷/۵	۱/۰۷۷
T_3	ساقه رفتن + خوشه رفتن و گلدهی + تکامل دانه	۹۵۰	۴۵۶۵	۱۲۵/۳	۳۳۷/۵	۱/۲۶۱
T_4	خوشه رفتن و گلدهی + تکامل دانه	۱۳۰۲	۴۵۶۵	۱۳۶/۷	۳۳۷/۵	۱/۲۰۲
T_5	تکامل دانه	۲۶۱۰	۴۵۶۵	۲۳۲/۲	۳۳۷/۵	۱/۳۷۲
T_6	پنجه زنی	۳۶۹۱	۴۵۶۵	۲۸۱/۰	۳۳۷/۵	۱/۱۵۳
T_7	پنجه زنی+ ساقه رفتن	۳۳۴۶	۴۵۶۵	۲۷۱/۲	۳۳۷/۵	۱/۳۶۸
T_8	رویشی+ خوشه رفتن و گلدهی	۸۶۷	۴۵۶۵	۱۴۲/۳	۳۳۷/۵	۱/۴۰۲
T_9	رویشی+ تکامل دانه	۲۰۵۴	۴۵۶۵	۱۶۴/۸	۳۳۷/۵	۱/۰۷۷

ET_a مربوط به کل فصل رویش در هر تیمار که از فرمول بیلان آب محاسبه شده است و ET_m مربوط به تیمار ۲ (T_2) می‌باشد.

نکرده است. در حالیکه هر دو این اعداد با مقداری که توسط سینگ (۱/۲۹) به دست آمد متفاوت می‌باشند. اما Ky مربوط به مراحل "پنجه‌زنی + ساقه رفتن" با مقدار ارائه شده توسط فائو متفاوت می‌باشد که ممکن است به علت اثر واریته، اثر اقلیم یا متغیرهای ناشناخته دیگر باشد. مقادیر Ky برای مراحل دیگر رشد تفاوت زیادی با مقادیر ارائه شده توسط فائو ندارند. بطور کلی همانطورکه از داده‌های جدول مشخص است دوره‌هایی از رشد که "خوشه رفتن و گلدهی" را در بر می‌گیرند دارای حساسیت بیشتری می‌باشند به عبارت دیگر مرحله "خوشه رفتن و گلدهی" حساسترین مرحله نسبت به تنش آب می‌باشد. این نتیجه با نتایج مطالعات سینگ (۱۹۸۱)، اشنیدر و همکاران (۱۹۶۹)، آزی (۱۹۲۲)، مولیبوگا (۱۹۲۸)، کزر و ساکت(۱۹۳۱) و رابرتسون و همکاران (۱۹۳۴) یکسان می‌باشد. همچنین داده‌ها نشان می‌دهد که مرحله "پنجه‌زنی" دارای کمترین حساسیت نسبت به تنش آب (Ky کمتر) می‌باشد. اگر مراحل رشد گیاه را در سه دوره یعنی دوره رشد رویشی شامل (مراحل پنجه زنی و ساقه رفتن) دوره رشد زایشی (شامل مراحل خوشه رفتن، گلدهی و گرده‌افشانی) و دوره تکامل دانه (شامل شیری شدن، خمیری شدن و رسیدن) تقسیم‌بندی نماییم، بر اساس نتایج به دست آمده ترتیب حساسیت این دوره‌ها نسبت به تنش آب به شرح زیر می‌باشد:

دوره تکامل دانه < دوره رشد رویشی < دوره رشد زایشی

Ky محاسبه شده در جدول ۵ برای دوره‌های مختلف و مجزای رشد بر مبناء کمبود نسبی تبخیروتعرق در هر دوره مجزا می‌باشد.

درجدول ۶ مقادیر Ky برای هر دوره رشد بر مبنای کمبود نسبی تبخیروتعرق در کل فصل رویش نیز محاسبه و ارائه شده‌اند. در این مورد ET_a مربوط به کل فصل رویش تیمار مورد نظر و ET_m مربوط به کل فصل رویش تیمار شاهد(T_2) می‌باشد. ارجحیت این Kyها این است که دیگر نیازی به اندازه‌گیری تبخیروتعرق در هر دوره نیست Kyهای به دست آمده از این طریق نشان خواهند داد که مقدار معینی آب را به چه طریقی باید مصرف نمود تا بیشترین عملکرد را به دست آورد یا به عبارت دیگر با ازاء یک مقدار معین کمبود تبخیروتعرق (نسبت به تبخیروتعرق حداکثر کل دوره رشد) میزان کاهش محصول در کدام تیمار کمتر خواهد بود. حداقل بودن Ky برای T_1 و T_9 و حداکثر بودن آن برای T_8 به این معنی است که اگر کم‌آبی در منطقه برای گندم وجود دارد از جنبه مدیریت آبیاری بهتر این است که کمبود را در کل دوره رویش و یا در مراحل "رشد رویشی + تکامل دانه" پخش یا اعمال نمود (T_1 و T_9). بدترین حالت این خواهد بود که این کمبود در مراحل "رشد رویشی + رشد زایشی (خوشه رفتن و گلدهی)" به وقوع پیوندد و نیاز آبی گیاه در مرحله تکامل دانه بطور کامل برآورده شود (T_8).

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران به جهت تامین هزینه‌های انجام این طرح و ریاست و محققین مؤسسه تحقیقات خاک و آب به جهت همکاری و فراهم نمودن امکانات اجرای طرح تقدیر و تشکر گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

مراجع مورد استفاده **REFERENCES**

۱. باغبان‌زاده دزفولی، ب. ۱۳۷۵. برآورد ضریب گیاهی جو (استار) و تابع تولید آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۲. پورصالح، م. ۱۳۷۳. غلات (گندم، جو، برنج، ذرت). انتشارات دانشگاه تهران.

۳. ملکوتی، م. ج. و م. ن. غیبی. ۱۳۷۶. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. مرکز نشر آموزش کشاورزی.

4. Azzi, G. 1922. Critical period of wheat as regards rain. Int. Rev. Sci. Practice Agr. 13:1184-1185. In : Day, A. D.,and S. Intalap. 1970. Some effects of soil moisture stress on the growht of wheat. Agron. J. 62:27-29.
5. Day, A. D., and S. Intalap.1970. Some effects of soil moisture stress on the growh of wheat. Agron. J. 62:27-29.
6. Doorenbos, J., and A. H. Kassam. 1988. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage paper No. 33.
7. Downiy, L. A. 1972. Water-yield relations for non forage crops. J. Irrig. Drain. Div., ASAE, 98(IRI): 107-115. In: Singh, S. D. 1981. Moisture-sensitive growth stages of dwarf wheat and optimal sequencing of evapotranspiration deficits. Agron. J. 73: 387-391.
8. Eck, H. V. 1988. Winter wheat response to nitrogen and irrigation. Agron. J. 80: 902-908.
9. Ehlig, C. F., and R. D. Lemert. 1976. Water use and productivity of wheat under five irrigation treatments. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 750-755.
10. Gregory, S. McMaster, Wallace W. Wilhelm, and Patricia N. S. Bartling. 1994. Irrigation and culm contribution to yield and yield components of winter wheat. Agron. J. 86: 1123-1127.
11. Kezer, A., and W. G. Sackett. 1931. Soil investigations at the Colorado station. Colorado Agr. Exp. Sta. Rpt. 1391:13-14. In: Day, A. D., and S. Intalap.1970. Some effects of soil moisture stress on the growh of wheat. Agron. J. 62:27-29.
12. Moliboga, A. I. 1928. Critical moisture periods for wheat and barley. Exp. Sta. Rec. 58(8): 734. In: Day, A. D., and S. Intalap.1970. Some effects of soil moisture stress on the growh of wheat. Agron. J. 62:27-29.
13. Nunez, E. R.; R. J. Laird; S. R. Hernandez, and R. Z. Arvisu. 1960. Variaciones en la humedad del suelo durate ciclo del trigo en El Bajio Y su influencia en varias caractersticas del cultivo. Fcl. Tec. Agric. Ganad, Mexico, 38(from Field Crop Abstr. 14, No. 9). In: Singh, S. D. 1981. Moisture-sensitive growth stages of dwarf wheat and optimal sequencing of evapotranspiration deficits. Agron. J. 73: 387-391.
14. Robertson, D. W.; A. Kezer; J. Sjogren, and D. Koonce. 1934. Studies on the critical period for applying irrigation water to wheat. Colorado, Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. II. 43p. In: Day, A. D., and S. Intalap.1970. Some effects of soil moisture stress on the growh of wheat. Agron. J. 62:27-29.
15. Robins, J. S., and C. E. Domingo. 1962. Moisture and nitrogen effects on irrigated spring wheat. Agron. J. 54: 135-138.
16. Salter, P. J., and J. E. Goode. 1967. Crop response to water at different stages of growth. P.16-29, Res Rev. No.2, Commonw Bur. of Hortic. Plant Crops. In: Sing, S. D. 1981. Moisture-sensitive growth stages of dwarf wheat and optimal sequencing of evapotranspiration deficits. Agron. J. 73: 387-391.
17. Schneider, A. D.; J. T. Musick, and D. A. Dusek. 1969. Efficient wheat irrigation with limited water. Trans. ASAE. 12: 23-26.
18. Singh, S. D. 1981. Moisture-sensitive growth stages of dwarf wheat and optimal sequencing of evapotranspiration deficits. Agron. J. 73: 387-391.
19. Slatyer, R. O. 1958. Availability of water to plants. Ibid. 11: 159-164.
20. Zadoks, J. C.; T. T. Chang, and C. F. Konzak. 1974. A decimal cod for the growth stages of cereals. Weed Research. 14: 415-421.

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluating the Wheat Response Factor to Water (Ky) in Different Growth Stages in Karaj

H. ASADI[1], M.R. NEISHABOORI[2], AND H. SIADAT[3]
1, Ph.D. Student, Faculty of Agriculture, University of Tehran, 2, Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Tabriz,
3, Research Professor, Soil and Water Research Institute
Accepted Feb. 5, 2003

SUMMARY

Water is a primary limiting factor in winter wheat production as well as yield in its most parts of Iran, with quite variable rainfall throughout the growing season and among years. With increasing demands for the limited water, improving the efficiency of irrigation is essential. One technique is to irrigate during responsive stages of crop development, but few studies have been carried out to examine this approach. This study, on a loam clay soil (fine loamy over fragmental, mixed, thermic, shallow, Xeric Toriortent), was conducted to examine the effects of irrigation, based on stage of crop development, on winter wheat (Mahdavi cv.) yield. A completely randomized block design with four replicates was used to compare the effects in nine irrigation treatments. The treatments were: non-irrigated (T_1); through irrigation (T_2); irrigated from planting date to the end of the tillering, stem elongation and flowering stages (T_3) , (T_4) and (T_5) respectively; irrigation starting with stem elongation, booting and caryopsis development stages, respectively, up to the end of the growth period (T_6), (T_7) and (T_8); and finally irrigation in the booting and flowering stages (T_9). Plots were 2.5 by 4 m with 16.6 cm row spacings. Irrigation was done with the depletion of available soil water. Evapotranspiration; seasonal evapotranspiration from 24 February to harvest time (10 June); were determined according to soil water balance in root zone using TDR, total precipitation was 32.5 mm during this period. After maturity, grain yield as well as above ground dry matter were measured, with yield response factor (Ky) being calculated for each growth stage, and according to FAO paper. Irrigation at each stage significantly increased grain yield as well as above ground dry matter. Results show that, grain yield and seasonal evapotranspiration were highest, 4565.5 kg $ha^{-1}$and 337 mm Respectively, in T_2 (complete or through irrigation), and lowest, 571.5 kg ha^{-1} and 64 mm Respectively, in T_1. Yield response factor (Ky) was 1.08 for the total growth period. Maximum Ky (1.1) was related to "vegetative growth + booting and flowering stages", with tillering stage having the minimum Ky. Results showed that tillering (Ky=0.45), stem elongation (Ky=0.56) and caryopsis development (Ky=0.48) stages were lowly sensitive to ET-deficit, while booting and flowering stages indicated the highest sensitivity.

Key words: Winter wheat, Moisture stress, Evapotranspiration, Grain yield, Yield response factor.

Archive of SID

www.SID.ir