مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۱، شماره ۳، سال ۱۳۷۹ (۴۵۴-۴۴۵)

تعیین زمان آبیاری لوبیا چیتی براساس آتمومتر نوع پیچ و تطبیق آن با پتانسیل آب در برگ

مهرداد محلوجی، مهدی کریمی و سید فرهاد موسوی
کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، دانشیار سابق گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان و استادگروه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
تاریخ پذیرش مقاله ۷۸/۷/۷

خلاصه

به منظور تعیین زمان آبیاری لوبیا چیتی و اثر تاریخ کاشت، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در شرودان از توابع فلاورجان به صورت کرتهای یکبار خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی و در چهار تکرار اجرا گردید. کرتهای اصلی به سه تیمار آبیاری T۱ تا T۳ (آبیاری پس از ۳±۵۰ ، ۳±۷۰ و ۳±۹۰ میلی متر تبخیر از طشت تبخیر کلاس A) و کرتهای فرعی به دو تاریخ کاشت هفتم خرداد و هفتم تیر اختصاص یافت. برای اندازه گیری میزان تبخیر، علاوه برطشت تبخیر کلاس A، از آتمومتر نوع پیچ نیز استفاده گردید. پتانسیل آب برگ نیز قبل از طلوع و در ظهر خورشیدی روز قبل از آبیاری با استفاده از کپسول فشاری اندازه گیری شد. علاوه بر آن، اندازه گیری پتانسیل آب برگ در ساعات مختلف از طلوع تا طلوع روز قبل از آبیاری در مراحل مختلف نمو انجام گردید. در پایان فصل رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اندازه گیری و شاخص برداشت محاسبه شد. رابطه میزان تبخیر از آتمومتر و طشت تبخیر با ضریب تشخیص حدود ۸۲ درصد به صورت $E_{pan} = ۳/۱ (۱ + E_a)$ به دست آمد که براساس آن ۷۰ میلی متر تبخیر از طشت تبخیر کلاس A معادل ۲۱/۶ سانتی متر تبخیر از آتمومتر گردید. پتانسیل آب برگ در طلوع و ظهر خورشیدی روز قبل از هر آبیاری نیز به ترتیب حدود ۰/۵- و ۱/۷۵- مگاپاسکال بود. تفاوت عملکرد دانه در دو تیمار آبیاری T۱ و T۲ (به ترتیب ۳۵۸۵/۱ و ۳۵۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار) معنی دار نگردید. تیمار T۳ با ۱۹۲۵/۸ کیلوگرم در هکتار دانه، کمترین عملکرد را داشت. از این نظر آبیاری پس از حدود ۷۰ میلی متر تبخیر بهترین زمان آبیاری تشخیص داده شد. همچنین تأخیر در کاشت از هفتم خرداد به هفتم تیر باعث افت عملکرد دانه لوبیا از ۳۵۳۰/۳ به ۲۴۸۴/۱ کیلوگرم در هکتار گردید. شاخص برداشت در تیمارهای T۱ تا T۳ به ترتیب ۴۵/۵ ، ۴۱ و ۳۷ درصد به دست آمد.

واژه های کلیدی : درجه ، روز رشد، عملکرد بیولوژیک ، طشت تبخیر، پتانسیل آب در برگ

مقدمه

آب به دلیل اهمیت وظایفی که در فرآیندهای حیاتی دارد در بیشتر مناطق مهمترین عامل محدودکننده عملکرد است و نقش مهمی در رشد و نمو گیاه دارد (۸) . آب یکی از مواد مؤثر در فرآیند فتوسنتز است، لیکن فقط ۰/۱ درصد آن صرف فتوسنتز و ۹۹ درصد بقیه صرف تعرق می شود و اولین اثر تنش آب افزایش مقاومت و بسته شدن شکاف روزنه هامی‌باشد (۹). میزان فتوسنتز و رشد گیاه تابع پتانسیل آب در برگ می باشد. تفاوت پتانسیل آب برگ و خاک مهمترین عامل جذب آب است و همزمان با پایین رفتن درصد رطوبت خاک، پتانسیل آب در برگ نیز پایین رفته و نیروی

لازم برای انتقال آب تأمین می‌گردد. فتوسنتز با پایین رفتن پتانسیل آب در برگ کاهش‌می یابد و در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها، رشد متوقف می گردد. چنانچه کاهش پتانسیل آب ادامه یابد پژمردگی دائم و مرگ گیاه را به دنبال خواهد داشت (۷). از آن جایی که رشد گیاه با تنش آب در آن به طور مستقیم و نیز با تنش آب در خاک به طور غیرمستقیم کنترل می شود، اندازه‌گیری و کنترل رطوبت گیاه و خاک برای بالا بردن عملکرد و نیز بازده آبیاری محصولات زراعی الزامی است. اندازه گیری پتانسیل آب گیاه از بهترین روشها برای سنجش رطوبت گیاه می باشد (۱۰).

اندازه‌گیری تبخیر یا برآورد مقدار آن، نه تنها به عنوان یک عامل هواشناسی بلکه به عنوان یک عامل اصلی بیلان آبی دریک منطقه بوده و شناخت نیاز آبی مزرعه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای تخمین تبخیر از سطح آزاد آب و یا تبخیر و تعرق در سطح مزرعه روشهای متعددی وجود دارد. چون روشهای تجربی نوسانات کوتاه مدت تبخیر و تعرق رانشان می دهند باید از روش بهتری استفاده کرد. لذا باید به دنبال روشهایی بود که به پارامترهای متعدد اقلیمی نیازی نداشته باشد (۱۱). خدامباشی و همکاران (۴)، توکلی (۳)، خواجویی نژاد (۶) و زینلی (۸) از طشت تبخیر کلاس A به ترتیب در آبیاری سویا، ذرت، لوبیا سفید و لوبیا چیتی استفاده نمودند. به علت معایبی که دراین نوع طشت تبخیر وجود دارد (هزینه زیاد، دشواری در اندازه گیری دقیق، عدم رعایت شرایط استاندارد در اکثر طشت‌ها، استفاده پرندگان و حیوانات از آب طشت و خطای اندازه‌گیری بارندگی مؤثر) می‌توان در تخمین زمان آبیاری از آتمومتر[1] (تبخیر سنج) نیز استفاده کرد. با وجود معایب فوق، هنوز طشت تبخیر کاربرد زیادی دارد. آتمومتر، به همراه سایر وسایل، در پناهگاه چوبی درون ایستگاه‌های هواشناسی نصب می شود.

هدف این تحقیق، تخمین زمان آبیاری لوبیا چیتی (لاین آزمایشی ۱۱۸۱۶) براساس آتمومتر نوع پیچ[2] است. به همین دلیل، آبیاری براساس طشت تبخیر انجام شد ولی تبخیر از آتمومتر و پتانسیل آب در برگ نیز یادداشت شد. اهداف دیگر این آزمایش، به دست آوردن رابطه مناسب بین تبخیر از طشت تبخیر و آتمومتر، توصیه آتمومتر برای تعیین میزان تبخیر و تطبیق نتایج آزمایش با پتانسیل آب در برگ می باشد.

مواد و روشها

به منظور تعیین زمان مناسب آبیاری لوبیا چیتی (لاین آزمایشی ۱۱۸۱۶) براساس آتمومتر نوع پیچ و تطبیق آن با پتانسیل آب در برگ، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در شرودان از توابع فلاورجان انجام گرفت. بافت خاک محل آزمایش در عمق توسعه ریشه (۳۰ سانتیمتر) لوم رسی و از سری خاکهای لنجان با داشتن ۲۲، ۳۸ و ۴۰ درصد شن، سیلت و رس بود. جرم مخصوص ظاهری حدود ۱/۲۶ گرم بر سانتیمتر مکعب و ظرفیت زراعی خاک حدود ۲۹ درصد وزنی می باشد. اسیدیته خاک حدود ۷/۳ و میزان ازت، فسفر و پتاسیم قابل دسترس تا عمق ۳۰ سانتیمتر به ترتیب ۴۵، ۸۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۱/۷۳ دسی زیمنس بر متر است.

طرح آزمایشی مورد استفاده، کرتهای خرد شده و درقالب بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار بود که در آن سه تیمار آبیاری T۱ تا T۳ (به ترتیب آبیاری پس از ۳±۵۰، ۳±۷۰ و ۳±۹۰ میلی متر تبخیر از طشت تبخیر کلاس A) به عنوان فاکتور اصلی و تاریخ کاشت در دو سطح (۷ خرداد و ۷ تیر) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. تیمارهای آبیاری، بعد از تنک کردن و ابتدای مرحله چهار گره‌ای (V_4) اجرا گردید. برای تشخیص زمان آبیاری، هر روز در ساعت ۱۸:۳۰ مقدار تبخیر از طشت تبخیر کلاس A اندازه‌گیری شد و آبیاری پس از رسیدن مقدار تبخیر به حد مورد نظر، در صبح زود انجام گردید.

برای اندازه گیری پارامترهای جوی، اقدام به ایجاد یک ایستگاه هواشناسی در مزرعه و در کنار کرتهای آزمایشی گردید. دماسنج های حداکثر جیوه‌ای، حداقل الکلی و دماسنج تر و معمولی به همراه آتمومتر در پناهگاه چوبی در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین قرار داده شد. از دماهای حداکثر و حداقل جهت تعیین درجه - روز رشد (GDD)[3] در طول دوره رشد طبق رابطه زیر استفاده به عمل آمد:

$$GDD = [(T_{max} + T_{min})/2] - T_b \qquad (1)$$

1 - Atmometer 2 - Piche 3 - Growing Degree Days

که :

GDD = درجه - روز رشد پس از سبز شدن

T_{max} = حداکثر درجه حرارت روزانه، سانتی گراد

T_{min} = حداقل درجه حرارت روزانه، سانتی گراد

T_b = درجه حرارت پایه [1]

ضمنا" درجه حرارت حداکثر برای رشد لوبیا چیتی ۳۰ درجه سانتی گراد و حداقل ۱۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد.

برای تعیین مراحل نمو لوبیا چیتی از تقسیم بندی فهر و کاوینس (۲۱) استفاده شد. پتانسیل آب در برگ توسط کپسول فشاری اندازه گیری شد. برای این منظور، از بالاترین برگ وسطی استفاده شد. در هرکرت، چهار برگ کامل انتخاب گردید و از ناحیه دمبرگ قطع و در محفظه دستگاه قرار داده شد. سپس با اعمال فشار تدریجی هوا در دستگاه، قطرات آب از آوند چوبی خارج می شد که با مشاهده آب به کمک عدسی مخصوص، فشار ایجاد شده در دستگاه ثبت می گردید. جهت تعیین روند پتانسیل آب در هر یک از تاریخهای کاشت و تیمارهای آبیاری، در مراحل سبز شدن تا R1 ، R1 تا R5 و R5 تا R8 از ۲۴ ساعت قبل از آبیاری (ساعت ٦ صبح) تا زمان آبیاری (ساعت ٦ صبح) و ۲۴ ساعت بعد از آبیاری، پتانسیل آب به فاصله ۲ ساعت اندازه‌گیری شد (۴، ۲۴ و ۲۵) . علاوه براین، پتانسیل آب در طول فصل زراعی قبل از آبیاری و ۲۴ ساعت بعد از آبیاری در طلوع و ظهر خورشیدی اندازه‌گیری شد. همزمان با تعیین پتانسیل آب در گیاه، برای تعیین پتانسیل آب در خاک، قبل از آبیاری از خاک نمونه گرفته شد و درصد رطوبت وزنی خاک محاسبه گردید.

یکی از وسایل معمول در تعیین زمان آبیاری گیاهان، طشت تبخیر کلاس A است. ولی این وسیله دارای یک سری معایب می‌باشد. معایب طشت تبخیر عبارتند از :

۱ - به دلیل مجاورت با سطح زمین، آب طشت به سهولت کثیف می‌شود.

۲ - دقت زیاد برای حفظ شرایط مناسب زمین در اطراف طشت لازم است، چون علفهای بلند در اطراف طشت مانعی جهت تبخیر بوده و به نحو معنی داری سرعت باد و در نتیجه مقدار تبخیر را کاهش می‌دهند.

۳ - تشعشع تابیده بر جدار و تنه ظرف، باعث افزایش مقدار تبخیر نسبت به سطح آزاد آب می شود.

۴ - احتیاج به آب مقطر فراوان برای پر کردن ظرف است (در فصل رشد، به طور متوسط باید روزی ۱۰ لیتر آب به طشت اضافه شود). استفاده از آب مقطر حالت ایده‌آل است و معمولا" از آب شیر در طشت استفاده می شود.

۵ - استفاده از آب طشت توسط حیوانات و پرندگان. اگر چه این مورد با گذاشتن توری فلزی قابل کنترل است اما میزان تبخیر افزایش می یابد.

به دلیل معایب طشت تبخیر، می‌توان از آتمومتر (تبخیر سنج) استفاده کرد که این معایب را نداشته، کار اندازه‌گیری تبخیر و تعیین زمان آبیاری آسان تر می‌شود و علاوه بر کوچک، ارزان و ساده بودن، احتیاج به آب کم دارد، در مطالعات میکروکلیماتولوژی بسیار مفید بوده و تعداد زیادی از آنها در یک منطقه کوچک قابل استفاده است (۵، ۱۲، ۱۳ و ۱۴).

مهمترین نوع آتمومتر، پیچ است. از آتمومترهای پیچ با کاغذ خشک کن و سفالی در این آزمایش استفاده شد. به علت این که کاغذ خشک کن دوام ندارد و زود از بین می‌رود، کثیف می‌شود و میزان تبخیر از سطح آن زیاد است، آتمومتری طراحی شد که درآن سفال متخلخل دارای قطر ۳/۲ سانتیمتر، ضخامت سطح جانبی ۵ میلی متر و مساحت کل (سطح جانبی با مقطع دایره‌ای) ۱۲ سانتیمتر مربع بود. لازم به ذکر است که به دلیل رایج نبودن آتمومتر در ایران، کلیه قسمتهای آن از قبیل لوله شیشه‌ای به طول ۳۲/۵ سانتیمتر، قطر داخلی ۱۱ میلی متر و سفال متخلخل و فنرهای نصب شده در آتمومترهای با کاغذ خشک کن در اصفهان ساخته شد. این آتمومتر درون پناهگاه چوبی قرار داده شد و به همراه طشت تبخیر کلاس A، هر روز در ساعت ۱۸:۳۰ آمار برداری شد.

برای تعیین عملکرد اقتصادی [2] ، عملکرد بیولوژیک [3] و شاخص برداشت [4] لوبیا چیتی، شش ردیف به طول یک متر از وسط هر کرت آزمایشی با حذف حاشیه برداشت شد و عملکرد بر حسب ۱۴ درصد رطوبت محاسبه گردید. در پایان، نتایج حاصل از عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگینها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند.

1 - Base temperature 2 - Grain yield 3- Biological yield 4 - Harvest index

جدول ۱ - زمان وقوع مراحل نمو زایشی و رویشی لوبیاچیتی (لاین آزمایشی ۱۱۸۱۶) برحسب درجه - روز رشد پس از سبز شدن

مراحل نمو	روز پس از ۹۰ درصد سبز شدن		درجه - روز رشد پس از ۹۰ درصد سبز شدن	
	هفتم خرداد	هفتم تیر	هفتم خرداد	هفتم تیر
مرحله تک گره‌ای (V_1)	۹	۸	۹۷	۹۲
مرحله دو گره‌ای (V_2)	۱۴	۱۲	۱۴۹	۱۴۷
مرحله سه گره‌ای (V_3)	۱۸	۱۵	۱۸۹	۱۸۵
مرحله چهارگره‌ای (V_4)	۲۳	۲۰	۲۴۲	۲۴۰
شروع تا انتهای گلدهی(R_1-R_2)	۳۲	۲۷	۳۳۸	۳۲۰
شروع غلاف دهی (R_3)	۳۸	۳۳	۴۱۷	۳۹۷
انتهای غلاف دهی (R_4)	۴۳	۳۸	۵۱۲	۴۶۴
شروع دانه بستن (R_5)	۵۶	۴۸	۶۶۹	۵۸۱
انتهای دانه بستن (R_6)	۷۷	۶۵	۹۱۹	۷۵۲
ابتدای رسیدگی فیزیولوژیک (R_7)	۸۲	۷۰	۹۶۹	۸۰۰
انتهای رسیدگی فیزیولوژیک (R_8)	۱۰۳	۱۰۰	۱۱۷۷	۹۵۶

نتایج و بحث

الف) درجه - روز رشد

ارتباط میزان واحد گرمایی تجمعی و مراحل نمو زایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. با تأخیر در کاشت، طول دوره رسیدن به مرحله گلدهی کاهش یافت. این میزان در تاریخهای کاشت ۷ خرداد و ۷ تیر به ترتیب ۳۲ و ۲۷ روز پس از سبز شدن و دریافت ۳۳۸ و ۳۲۰ واحد گرمایی بود. در تاریخهای کاشت فوق، طول دوره رسیدن به R_5 (شروع دانه بستن) به ترتیب ۵۶ و ۴۸ روز پس از سبز شدن و پس از دریافت ۶۶۹ و ۵۸۱ درجه - روز رشد بود. در تاریخ کاشت اول، لوبیا چیتی بعد از ۱۰۳ روز و دریافت ۱۱۷۷ درجه - روز رشد و در تاریخ کاشت دوم، پس از ۱۰۰ روز و ۹۵۶ درجه - روز رشد به رسیدگی فیزیولوژیک رسید. لوبیا چیتی مورد آزمایش در طی فصل رشد از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در هر روز به طور متوسط در تاریخ کاشت هفتم خرداد ۱۲ درجه - روز رشد و در تاریخ کاشت ۷ تیر حدود ۱۰ درجه - روز رشد دریافت کرد. آقامیری (۱) کل درجه - روز رشد لازم برای رسیدگی این ژنوتیپ را ۱۲۲۱ و زینلی (۸) برابر ۱۲۱۹ درجه - روز رشد به دست آورد.

ب) اثر آبیاری بر پتانسیل آب در برگ

نتایج محققین (۱۵ و ۲۳) نشان داده که حداکثر پتانسیل آب در برگ نزدیک طلوع و حداقل بین ساعت ۱۳:۰۰ تا ۱۵:۰۰ بوده و حداکثر و حداقل پتانسیل آب در برگ و خاک با هم ارتباط دارند. شکل های ۱ تا ۳ که آثار تیمارهای مختلف آبیاری بر روند تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در مراحل متفاوت رشد لوبیا چیتی را نشان می‌دهند مبین این مطلب می‌باشند که حداقل پتانسیل آب در برگ در ساعت ۱۴:۰۰ و حداکثر در نزدیک طلوع خورشید است. در تیمار آبیاری T1 معمولا" نسبت به تیمارهای آبیاری T2 و T3 ، پتانسیل آب برگ بیشتراست و منفی ترین

پتانسیل آب در برگ منطبق بر اواسط روز می باشد. این زمان موقعی است که کمبود فشار بخار آب بیشترین مقدار را دارا بوده و مقاومت انتشار در آن زمان زیاد است و سرعت تعرق برگها به علت تقاضای تبخیر برگها زیاد می شود. پتانسیل آب در برگ در تیمار تنش رطوبتی (T۳) در اواسط روز (ساعت ۱۴:۰۰) در مرحله سبز شدن تا گلدهی بیشتر منفی است و در اواسط روز، پتانسیل آب در مرحله گلدهی تا انتهای غلاف دهی کامل و یا شروع تشکیل دانه تا رسیدگی فیزیولوژیک در تیمار T۳ با تیمارهای دیگر آبیاری یکسان و یا کمتر منفی است.

نتایج مشابهی توسط بونانو و ماک (۱۶) گزارش شده است. آنها معتقدند که در شرایط تنش زیاد، هنگامی که تقاضای تبخیر زیاد است معمولا" پتانسیل آب در گیاه تنش دیده نسبت به گیاهان بدون تنش کمتر منفی است. آنها همچنین گزارش کردند که قبل از طلوع و در روزهای ابری، تقاضای تبخیر زیاد نیست و تفاوت پتانسیل آب در برگها زیاد نبوده و این تفاوتها، نشان دهنده پتانسیل آب خاک در تیمارهای مختلف آبیاری است.

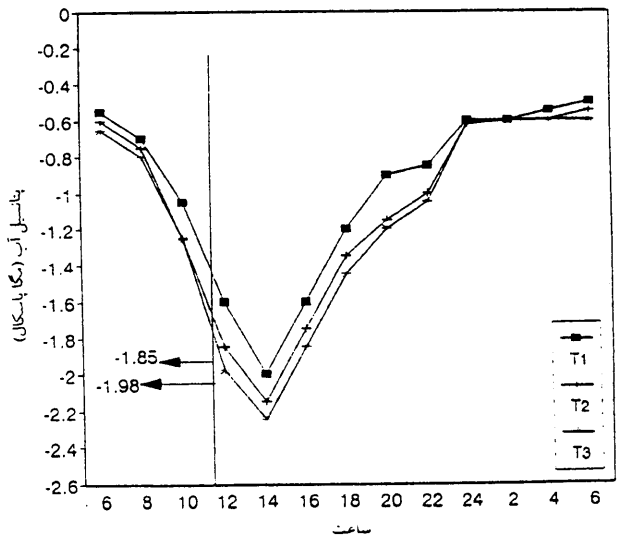
نقطه تنظیم روزنه ای در تیمارهای آبیاری T۱، T۲ و T۳ متفاوت بوده و در گیاهان تنش دیده تنظیم روزنه‌ای در پتانسیل پایین تری انجام می شود. بویر (۱۸) گزارش کرد که در سویا و ذرت به ترتیب در پتانسیل ۱۱ - و ۳/۵ - بار آب برگ، خشکی اثر نداشته و سرعت فتوسنتز در پایین تر از آن کاهش می یابد. وی تفاوت در رفتار فتوسنتزی را به علت تفاوت در رفتار روزنه ها تا پتانسیل ۱۶ - بار در سویا و ۱۰ - بار در ذرت می‌داند و در پتانسیل های منفی تر، عوامل دیگری به اضافه بسته شدن روزنه‌ها، ممانعت کننده هستند.

در صورتی که قبل از آبیاری در ظهر خورشیدی به پتانسیل آب برگ توجه شود، در مرحله سبز شدن تا گلدهی به طور متوسط در تیمارهای آبیاری T۲ و T۳ پتانسیل آب در برگ حدود ۱/۸۵ - و ۱/۹۸ - مگاپاسکال، در مرحله گلدهی تا انتهای غلاف دهی کامل به ترتیب ۱/۷۴ - و ۱/۸۴ - مگاپاسکال و در مرحله تشکیل دانه تارسیدگی به ترتیب ۱/۶۷ - و ۱/۸۰ - مگاپاسکال می‌باشد. این اعداد نشان می‌دهند که زیاد شدن تنش رطوبتی سبب کاهش پتانسیل آب برگ می شود.

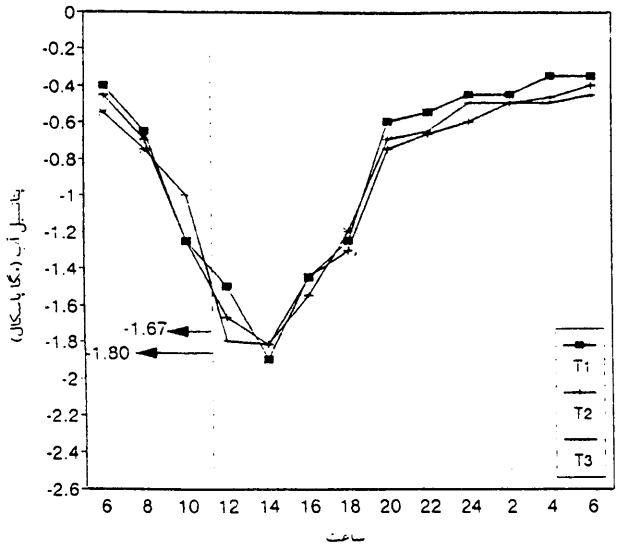
امین پور (۲) در گیاه زیره سبز گزارش نمود که به علت انطباق فیزیولوژیک در گیاهان تحت تنش، سبب شده که سلولهای محافظ روزنه بتوانند آماس خود را تا حدود ۲/۲ - مگاپاسکال حفظ کنند. تغییر شیب منحنی های پتانسیل آب در گیاه نشان دهنده عکس‌العمل روزنه ها و بسته شدن آنهاست به طوری که در خاک خشک تر گیاهان سریع تر و در پتانسیل آب منفی تری به نقطه تنظیم روزنه ای می رسند و پس از آن به آرامی پتانسیل آب در آنها بیشتر می شود. این روند در تیمارهای مختلف آبیاری در مراحل مختلف رشد و نمو و در طول شبانه روز دیده می شود و حداکثر پتانسیل لحظه ای در تیمارهای مختلف آبیاری قبل از طلوع خورشید می باشد. استیلر (به نقل از ۱۹) گزارش کرد که تعادل بین سیستم آب و خاک و گیاه در طول شب برقرار می‌شود و حداکثر پتانسیل آب برگ منعکس کننده پتانسیل آب خاک است. گاندر و تانر (۲۲) معتقدند که بهبود پتانسیل آب برگ در شب در گیاهان تحت تنش نسبت به گیاهان خوب آبیاری شده، آهسته تر صورت می گیرد.

ج) پتانسیل آب برگ در مراحل مختلف نمو

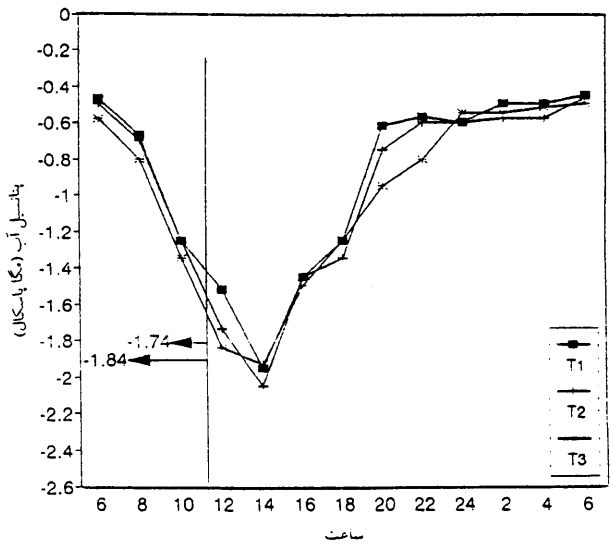
باتوجه به شکلهای ۴ تا ۶، حداکثر پتانسیل آب در برگ در هریک از تیمارهای آبیاری، در قبل از طلوع و حداقل آن در اواسط روز است. در تیمار T۲، پتانسیل آب در برگ در روز قبل از آبیاری در مراحل نمو سبز شدن تا گلدهی (V_E تا R_1)، گلدهی تا شروع تشکیل دانه (R_1 تا R_5) و تشکیل دانه تا رسیدگی (R_5 تا R_8) به ترتیب ۱/۸۵ - ، ۱/۷۴ - و ۱/۶۷ - مگاپاسکال می باشد. در تیمار T۳، مقادیر فوق ۱/۹۸ - ، ۱/۸۴ - و ۱/۸ - مگاپاسکال به دست آمد. همانطور که مشخص است روند تغییرات یکسان است ولی زیاد شدن تنش رطوبتی سبب کاهش پتانسیل شده است. علاوه براین، هرچه مراحل نموی به طرف رسیدگی سوق می‌یابد پتانسیل آب در برگ افزایش می یابد. در هر صورت، افزایش پتانسیل آب، با پیشرفت مراحل نمو مشاهده می شود که علت آن می تواند خشک شدن ریشه ها و جذب آب کمتر و افزایش پتانسیل آب گیاه باشد. از طرفی، شیب پتانسیل بین برگ و خاک سبب جریان آب از خاک به اتمسفر می شود. براون و همکاران (۲۰) گزارش کردند که شیب پتانسیل آب بستگی به سرعت نسبی جذب آب از خاک و از دست دادن آن در برگها دارد و در آخر فصل رشد این سرعت جذب آب از خاک کم می شود و همراه با آن کاهش پتانسیل آب در گیاه را سبب می شود. بونانو و ماک (۱۶) گزارش کردند که در مرحله رشد رویشی تا قبل از گلدهی، تفاوت معنی‌داری بین



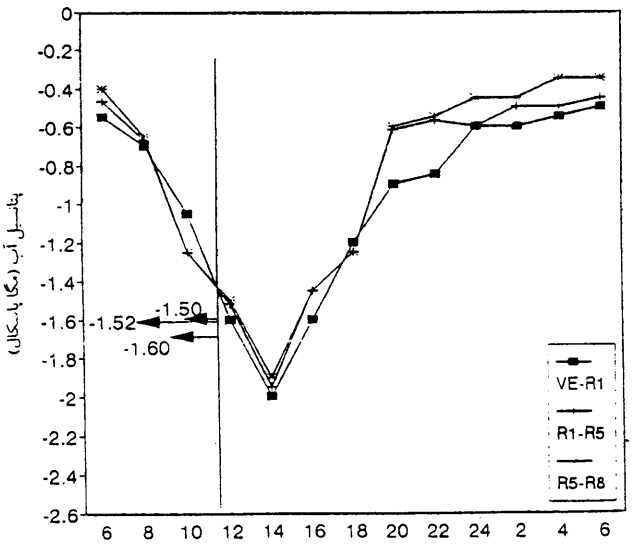
شکل ۱ - اثرات تیمارهای مختلف آبیاری بر روند تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در مرحلهٔ سبز شدن تا گلدهی لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری)



شکل ۳ - اثرات تیمارهای مختلف آبیاری بر روند تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در مرحلهٔ آغاز دانه بندی تا رسیدگی فیزیولوژیک لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری)



شکل ۲ - اثرات تیمارهای مختلف آبیاری بر روند تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در مرحلهٔ گلدهی تا آغاز تشکیل دانه لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری)



شکل ۴ - تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در تیمار آبیاری T۱ در مراحل مختلف نمو لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری)

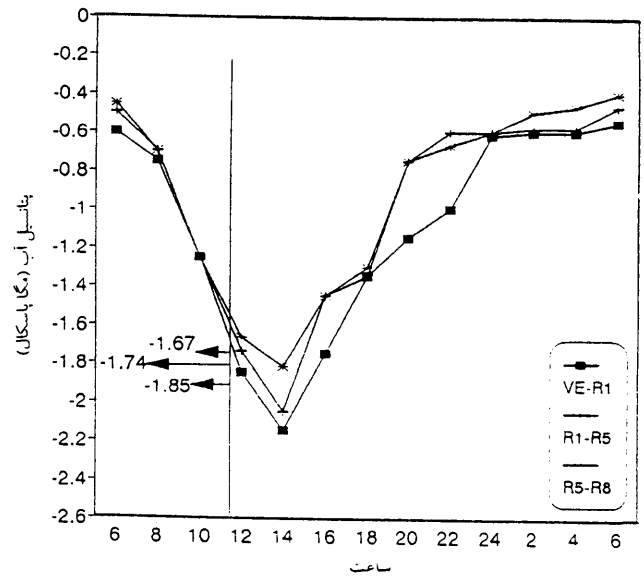
پتانسیل آب در تیمار شاهد و تنش شدید رطوبتی وجود ندارد. همچنین در مرحله نمو گلدهی تا ابتدای غلاف دهی، به دلیل این که در رژیم تنش رطوبتی آب محدودکننده است این رژیم رطوبتی حداکثر پتانسیل آب در برگ لوبیا را دارد و در مرحله نمو غلاف دهی تا رسیدگی دراواسط روز رژیم تنش رطوبتی حداکثر پتانسیل آب در برگ و در روز قبل از آبیاری را داراست. بویر (۱۷) گزارش کرد که پتانسیل آب برگ در طی رشد زایشی واکنش کمتری نسبت به رشد رویشی در شرایط تنش رطوبتی دارد.

د) مقایسه طشت تبخیر و آتمومتر

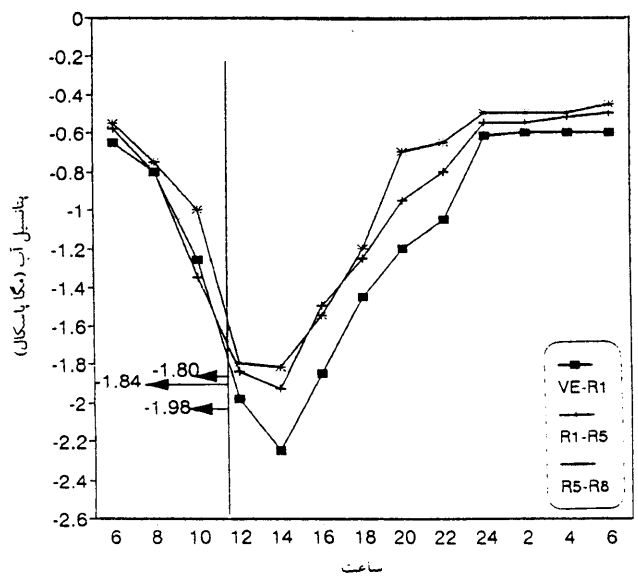
بر اساس آمار تبخیر روزانه اندازه‌گیری شده از طشت تبخیر

جدول ۲ - تخمین زمان آبیاری در مراحل مختلف نمو لوبیاچیتی

مرحله نمو	پتانسیل آب (مگاپاسکال)		تبخیر از طشت	تبخیر از آتمومتر
	طلوع	ظهر	(میلی متر)	(سانتی متر)
$VE-R_1$	-۰/۵۷	-۱/۸۵	۷۰	۲۱/۶
$R1-R_5$	-۰/۴۷	-۱/۷۴	۷۰	۲۱/۶
$R5-R_8$	-۰/۴۰	-۱/۶۷	۷۰	۲۱/۶
VE-R8	-۰/۴۸	-۱/۷۵	۷۰	۲۱/۶



شکل ۵ - تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در تیمار آبیاری T۲ در مراحل مختلف نمو لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری) ۰



شکل ٦ - تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در تیمار آبیاری T۳ در مراحل مختلف نمو لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری)

و آتمومتر نوع پیچ سفالی و تحلیل داده‌ها، معادله رگرسیون زیر به دست آمد :

$$E_{pan} = ۳/۱ (۱ + E_a) \qquad (۳)$$

که :

E_{pan} = تبخیر از طشت تبخیر کلاس A ، میلی‌متر در روز

E_a = تبخیر از آتمومتر، سانتیمتر در روز

این رابطه در سطح یک درصد معنی دار است و ضریب تشخیص آن ۰/۸۲ می‌باشد.

ه) تخمین زمان آبیاری براساس آتمومتر پیچ و پتانسیل آب در برگ

باتوجه به نتایج حاصل از این تحقیق، جدول ۲ برای آبیاری لوبیا چیتی در منطقه اصفهان تنظیم شده است. بر این اساس، می‌توان چنین استنباط نمود که به طور کلی آبیاری لوبیا چیتی باید زمانی انجام شود که پتانسیل آب در برگ در موقع طلوع و ظهر به ترتیب ۰/۴۸ - و ۱/۷۵ - مگاپاسکال باشد که این مقادیر منطبق بر حدود ۷۰ میلی متر تبخیر از طشت تبخیر کلاس A و یا ۲۱/۶ سانتیمتر تبخیر از آتمومتر نوع پیچ می باشد. در صورتی که استفاده از دستگاه کپسول فشاری امکان پذیر باشد زمان آبیاری بر اساس پتانسیل آب برگ در ظهر خورشیدی تعیین می شود و درصورت عدم امکان استفاده از این دستگاه می توان زمان آبیاری را براساس آتمومتر نوع پیچ تخمین زد.

و) اثر تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد

اثر تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی دار است. متوسط عملکرد دانه در تیمارهای T1، T2 و T3 به ترتیب ۳۵۸۵/۱، ۳۵۱۰/۵ و ۱۹۲۵/۸ کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۷۸۸۰/۶، ۷۶۰۸/۶ و ۵۱۹۹ کیلوگرم در هکتار و شاخص برداشت ۴۵/۵، ۴۱ و ۳۷ درصد به دست آمد. همچنین تأخیر در کاشت از هفتم خرداد به هفتم تیر ماه عملکرد دانه را از ۳۵۳۰/۳ به ۲۴۸۴/۱ کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیولوژیک را از ۸۲۵۷/۲ به ۵۵۳۵ کیلوگرم در هکتار کاهش و شاخص برداشت را از ۴۲/۸ به ۴۴/۹ درصد افزایش داد.

مراجع مورد استفاده REFERENCES

۱ - آقامیری، س. ع. ۱۳۷۲. اثرات آرایش کاشت برخصوصیات فیزیولوژیکی لوبیاچیتی (لاین آزمایشی ۱۱۸۱۶). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۱۱ صفحه.

۲ - امین پور، ر. ۱۳۷۴. اثرات دفعات آبیاری بر پتانسیل آب، عملکرد و اجزای عملکرد دانه زیره سبز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳ - توکلی، ح.، م. کریمی و س. ف. موسوی. ۱۳۶۸. اثرات رژیمهای مختلف آبیاری بر رشد رویشی و زایشی ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۰، شماره های ۳ و ۴. صفحات ۱ الی ۹.

۴ - خدامباشی، م.، م. کریمی و س. ف. موسوی. ۱۳۶۶. اثرات رژیمهای آبیاری بر رشد رویشی و زایشی دو رقم سویا. گزارش علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، شمارهٔ ۱۰۲، ۱۹ صفحه.

۵ - خلیلی، ع. هواشناسی (جزوه درسی). دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۶ - خواجویی نژاد، غ. ۱۳۷۰. بررسی اثرات رژیمهای مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیاسفید (لاین آزمایشی ۱۱۸۰۵). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۵۷ صفحه.

۷ - خواجه پور، م. ر. ۱۳۶۵. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۸ - زینلی قلی آباد، ا. ۱۳۷۴. اثرات رژیمهای آبیاری و سطوح ازت سرک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چیتی (لاین آزمایشی ۱۱۸۱۶). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۰۳ صفحه.

۹ - سرمدنیا، غ. ح. و ع. کوچکی. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۶۷ صفحه.

۱۰ - علیزاده، ا. ۱۳۶۹. رابطه آب، خاک و گیاه (ترجمه). انتشارات جاوید مشهد.

۱۱ - فرجی، ا. ۱۳۷۴. هوا واقلیم شناسی. انتشارات دانشگاه هوایی.

۱۲ - کریمی، م . هوا و اقلیم شناسی (جزوه درسی). دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۳ - مالک، ا. ۱۳۷۱. شناخت و سنجش سازه های جوی مؤثر در کشاورزی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۱۴ - نجمایی، م. ۱۳۶۹. هیدرولوژی مهندسی، جلد اول، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

15. Adjei - Twum, D.C. and W.E. Splittstoesser. 1976. The effect of soil water regimes on leaf - water potential, growth and development of soybeans. Plant Physiol. 38 : 131-137.

16. Bonanno, A.R. and H.J. Mack. 1973. Water relations and growth of snap beans as influenced by differential irrigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 : 837-844.

17. Boyer, J.S. 1967. Leaf water potentials measured with a pressure chamber. Plant Physiol. 42 : 133-137.

18. Boyer, J.S. 1967. Differing sensitivity of photosynthesis low leaf water potentials in corn and soybean.

Plant Physiol. 42 : 236-239.

19. Brady, R.A., W.L. Powers, L.R. Stone and S.M. Golts. 1994. Relation of soybean leaf water potential to soil water potential. Agron. J. 66 : 795-798.
20. Brown, K.F., M. Mcgowan and M.J. Armstrong. 1987. Response of the components of sugar leaf water potential to a drying soil profile. J. Agric. Sci. Camb. 109 : 437-444.
21. Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1980. Stages of soybean development. Iowa Crop. Ext. Serv. Agric. Home Econ. Exp. Stn. Spc. Re. 80.
22. Gandar, P.W. and C.B. Tanner. 1976. Leaf growth, tuber growth, and water potential in potatoes. Crop Sci. 16 : 534-538.
23. Kanemasu, E.T. and C.B. Tanner. 1969. Stomatal diffusion resistance of snap beans. I. Influence of leaf - water potential. Plant Physiol. 44 : 1547-1552.
24. Sivakumar, M.V.K. and R.H. Shaw. 1978. Relative evaluation of water stress indicators for soybeans. Agron. J. 70 : 619-622.
25. Sojka, R.E., H.D. Scott, J.A. Ferguson and E.M. Rutledge. 1977. Relation of plant water status to soybean growth. Soil Sci. 123 : 182-187.

Determination of Pinto Bean Irrigation Scheduling Based on Piche Atmometer and its Adjustment with Leaf Water Potential

M. MAHLUJI M. KARIMI AND S. F. MOUSAVI

MSc. Isfahan Agricultural Research Center Former Associate Professor , Agronomy Dept., Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology Professor Irrigation Dept., Faculty of Agriculture Isfahan University of Technology

Accepted Sep. 29, 1999

SUMMARY

To determine irrigation scheduling of pinto bean and evaluation of its planting date, a study was conducted with statistical split-plot design with four replications at Isfahan University of Technology Research Station in Shervedan, Falavarjan. The main plots were three irrigation treatments of T1 to T3 (irrigation after 50 ± 3, 70 ± 3 and 90 ± 3 mm evaporation from class A pan evaporation, respectively) and the subplots were two planting dates of May 28 and June 28. A Piche atmometer was also used to measure daily evaporation. Leaf water potential was measured using pressure bomb method, at sunrise and noon before each irrigation. Leaf water potential was also measured, hourly from sunrise to sunrise of the day before irrigation at each stage of development. At physiological maturity, the grain yield, grain yield components and biological yield were measured and harvest index was calculated. The results showed that class A pan evaporation and Piche atmometer were correlated (R^2 = 0.82) by the following equation:

E_{pan}= 3.1 ×(1 + E_a). Leaf water potential at sunrise and solar noon of the day before irrigation were about - 0.5 and - 1.75 Mpa, respectively. There was no significant difference between grain yield of T1 (3585.1 kg/ha) and T2 (3510.5 kg/ha) treatments. Treatment T3 had 1925.8 kg/ha grain yield which was the lowest among the treatments. Thus, irrigation after 70 mm evaporation from class A pan was the best schedul. Also, delay in planting date caused grain yield reduction from 3530.3 kg/ha to 2484.1 kg/ha. The harvest index of T1 to T3 treatments were 45.5, 41 and 37%, respectively.

Key Words: Growing degree days, Biological yield, Evaporation pan, Water potential in leaf