نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۸، ص. ۹-۱

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 3, Fall 2009, p. 1-9

ارزیابی روش‌های دمایی و تشعشعی در برآورد حداکثر تبخیر-تعرق با احتمالات مختلف (مطالعه موردی: منطقه گرگان)

حسین شریفان[۱*] - امین علیزاده [۲]

تاریخ دریافت: ۸۷/۳/۲۰
تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۶

چکیده

به منظور برآورد تبخیر- تعرق پتانسیل گیاه مرجع(ETo) معادلات مختلفی ارائه شده است که دقت هر یک از این روش‌ها با توجه به پارامترهای مورد استفاده و شرایط اقلیمی منطقه متفاوت می‌باشد. بنابراین ضروری است در هر منطقه، معادله مناسب انتخاب شود. انتخاب سطح احتمال وقوع حداکثر نیاز آبی یکی از پارامترهای ضروری در طراحی سیستم‌های آبیاری محسوب می‌شود. از این‌رو در تحقیق حاضر سعی شد تا مقادیر ETo روزانه از روش‌هایی موسوم به دمایی، تشعشعی و استاندارد محاسبه و پس از رسم نمودارهای احتمالاتی آن‌ها و تعیین زمان وقوع دوره‌های حداکثر ETo و ETp با طول دوره‌های مختلف، منحنی‌های مورد نظر برای سطوح مختلف احتمالاتی بدست آمد. سپس این مقادیر با توجه به معادله برآورد ETo مقایسه شده و نتایج آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بررسی‌ها نشان داد که : برای سطوح احتمالاتی بیشتر از ۵۰٪، با افزایش دور آبیاری مقدار میانگین ETo روزانه کاهش می‌یابد. از سوی دیگر برای سطوح احتمالی مختلف، روش جنسن-هیز (J-H) مقدار ETo بیشتری را از روش هارگریوز-سامانی (H-S) نسبت به روش استاندارد برآورد می‌نماید. این اختلاف برای دوره ۳ روزه بیشتر از دوره ۵ روزه بود. بعبارت دیگر روش H-S مقادیر نزدیکتری به روش استاندارد برآورد کرده است. همچنین روش H-S برای محصولات گندم و جو مقدار ETc بیشتری را نسبت به روش J-H برآورد نموده، در حالیکه روش J-H برای محصولات پنبه، سویا و برنج مقدار ETc بیشتری را برآورد نمود. با افزایش سطح احتمال مقدار ETc در محصولات گندم و جو برای هر دو روش J-H و H-S افزایش می‌یافت، در حالی‌که برای محصولات پنبه، سویا و برنج نتایج متفاوتی بدست آمد به نحوی‌که با افزایش سطح احتمال، اختلاف مقدار ETc محاسبه شده از روش هارگریوز-سامانی با روش استاندارد کم بوده و روش جنسن-هیز روند افزایشی را نشان می‌دهد.

واژه های کلیدی: ETo، ETc، حداکثر نیاز آبی، احتمالات، روش‌های دمایی، روش‌های تشعشعی، گرگان

مقدمه

تقریبا هر فرآیندی که در گیاه حادث می‌شود، تحت تاثیر مستقیم و غیر مستقیم آب قرار دارد و کمبود آب، نه تنها محصول را کاهش می‌دهد، بلکه فرم رشد را نیز تغییر داده و ضمن تأثیر بر میزان فتوسنتز، بر کیفیت محصول، تشکیل گل و تولید بذر نیز اثرات منفی به جای می‌گذارد (۱۲).

به منظور برآورد تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع(ETo) معادلات مختلفی ارائه شده است که دقت هر یک از این روش‌ها با توجه به پارامترهای مورد استفاده و شرایط اقلیمی منطقه متفاوت می‌باشد. بنابراین ضروری است در هر منطقه، معادله مناسب انتخاب شود و این نیازمند ارزیابی دقیق نتایج برگرفته از معادله مورد نظر با داده های لایسیمتری می‌باشد. از آنجا که ممکن است داده‌های لایسیمتری در منطقه وجود نداشته باشد و یا در صورت وجود از دوره آماری مناسبی برخوردار نباشد. لذا در این شرایط از روش فائو-پنمن-مانتیث (F-P-M) جهت بررسی معادلات تجربی استفاده می‌شود . این روش از سوی بسیاری از مؤسسات تحقیقاتی بین المللی بعنوان روش استاندارد معرفی شده است (۱۵ و ۲۰). همچنین آلن و همکاران (۱۲) در شرایطی که داده‌های هواشناسی دارای محدودیت باشند، روش هارگریوز را برای تعیین ETo توصیه نمودند. علیزاده و همکاران (۸) معادلات همبستگی بین روش‌های پنمن-مانتیث و هارگریوز-سامانی را برای برخی از ایستگاه‌های هواشناسی استان خراسان بدست آوردند. بر اساس نتایج آنها، روش هارگریوز-سامانی، مقادیر ETo را در بازه زمانی سالانه، در صورت عدم اصلاح عوامل دمایی، ۳ تا ۱۷ درصد بیشتر از روش پنمن-مانتیث برآورد می‌نماید، اما با اصلاح عوامل دمایی بر اساس نقطه شبنم، این تفاوت کاهش یافته و رابطه

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: E-Mail: h_sharifan47@yahoo.com)
۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

مناسبی برای هر ایستگاه و یک رابطه برای کلیه ایستگاه‌ها ارائه نمودند. از طرف دیگر در تحقیقی نتیجه گرفته شد استفاده از معادله هارگریوز–سامانی برای محاسبه مقادیر فصلی و ماهانه ETo قابل توصیه است (۱۱).

فتحی و همکاران (۹) در تحقیقی که برای ۱۰ ایستگاه سینوپتیک کشور انجام دادند، میزان نیاز آبی و باران مؤثر در زراعت گندم را با احتمالات مختلف مورد بررسی قرار دادند. ایشان در تحقیق خود از توزیع‌های مختلف آماری نظیر نرمال، لوگ نرمال و ... استفاده نمودند. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که در اکثر ایستگاه‌ها علی رغم تأمین حداقل بارندگی مورد نیاز گندم(۳۰۰–۲۰۰ میلیمتر) بدلیل عدم توزیع مناسب الگوی بارندگی و نیز بالا بودن دما، نیاز آبی گیاه در شرایط دیم برآورد نمی‌کنند و گیاه به آبیاری نیاز دارد.

عمده کاربرد منحنی‌های توزیع ETo روزانه با سطوح احتمال وقوع متفاوت در طراحی سیستم‌های آبیاری می‌باشد. جنسن و همکاران (۱۴) موارد مورد نظر در طراحی سیستم‌های آبیاری را چنین گزارش نمودند: تبخیر–تعرق مورد انتظار در یک سطح احتمال وقوع معین در زمان حداکثر نیاز آبی، ضریب گیاهی در طی دوره فصل کشت و حداکثر مصرف آب (Kc)، طول دوره حداکثر مصرف آب، ظرفیت ذخیره آب قابل استفاده در خاک، حساسیت گیاه به کمبودهای آب ناشی از تقاضای زیاد آب و کاهش آن در خاک، روش آبیاری و راندمان آن. ایشان برای گیاهان با ارزش و یا ریشه کوتاه، استفاده از منحنی‌های ETo با سطح احتمال وقوع ۸۰٪ یا ۹۰٪ را توصیه نمودند. انتخاب سطح احتمال وقوع برای محاسبه ETo که طراحی سیستم آبیاری بر آن استوار می‌باشد، به عواملی از قبیل نوع گیاه، نوع بافت و عمق خاک مزرعه و ریسک پذیری زارع بستگی دارد (۱۰).

تعیین زمان وقوع دوره حداکثر نیاز آبی یکی دیگر از ملزومات محاسبه میانگین ETo روزانه که طراحی سیستم آبیاری بر آن مبتنی است، می‌باشد. پروت و همکاران (۱۷) با استفاده از منحنی‌های توزیع ETo روزانه با سطوح احتمال وقوع متفاوت، تاریخ دوره‌های ۱، ۳، ... و ۳۰ روزه را که تبخیر–تعرق مرجع در این دوره‌ها حداکثر می‌باشد، برای منطقه کالیفرنیای مرکزی گزارش نمودند. آن‌ها مقدار میانگین ETo روزانه را برای هر یک از دوره‌های ۱، ۳، ...و ۳۰ روزه حداکثر تبخیر–تعرق مرجع محاسبه نمودند. نیکسون و همکاران (۱۶) و رایت و همکاران (۸) با استفاده از منحنی‌های توزیعETo روزانه با سطوح احتمال وقوع متفاوت، مبادرت به تعیین تاریخ زمان حداکثر تبخیر–تعرق مرجع با طول دوره‌های مختلف مانند ۱، ۳، .... و ۳۰ روزه برای مناطق دره‌های ساحلی کالیفرنیا و کیمبرلی نمودند. نیک‌بخت و میرلطیفی (۱۰) پس از محاسبه ETo روزانه به ۳ روش استاندارد(F-P-M)، پنمن–رایت(P-W) و هارگریوز–سامانی(H-S) منحنی‌های توزیع ETo روزانه در سطوح مختلف احتمال وقوع برای منطقه مهرآباد– تهران را بصورت روزانه استخراج کردند. ایشان همچنین اثر طول دوره اوج مصرف آب که بر اساس آن میانگین حداکثر ETo روزانه محاسبه می‌شود را مورد بررسی قرار دادند. بطوری‌که میانگین ETo روزانه بصورت میانگین ETo در دوره‌های ۳، ۵، ...و ۳۰ روزه در زمان حداکثر ETo را بدست آوردند. نتایج بدست آمده از تحقیق ایشان دلالت بر این نکته دارد: در صورتی‌که طول دوره میانگین یابی ETo روزانه از ۲۰ روز بیشتر در نظر گرفته شود، مقدار میانگینETo روزانه محاسبه شده تغییری نخواهد کرد. همچنین میانگین ETo روزانه با سطح احتمال وقوع ۷۵٪ برای دوره ۳ روزه حداکثر تبخیر–تعرق مرجع با روش‌های H-S، P-W و F-P-M به ترتیب ۷/۱، ۹/۵ و ۸/۵ میلیمتر در روز بدست آمد. شریفان (۴) در تحقیقی آب مورد نیاز گیاهان را به روش فائو–پنمن–مانتیث برآورد نمود. وی با استفاده از این پارامتر، حداکثر نیاز آبی با احتمالات مختلف برای منطقه مورد نظر را برآورد کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش دوره‌های حداکثر نیاز آبی، مقدار میانگین ETo روزانه کاهش می‌یابد. همچنین در یک دوره خاص با افزایش سطح احتمالاتی، میزان میانگین ETo روزانه نیز افزایش پیدا کرد. شریفان و علیزاده (۵) در تحقیق دیگری منحنی‌های احتمالاتی ETo را برای چند منطقه تهیه نموده و این منحنی‌ها را با توجه به اقلیم‌های مختلف مورد مقایسه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سطح احتمالاتی، مقدار ETo نیز افزایش می‌یابد و این روند افزایش با توجه به اقلیم نیز متفاوت بود، بطوریکه هرچه اقلیم خشک‌تر شود، این افزایش بیشتر به چشم می‌خورد. از طرف دیگر اختلاف مقدار ETo از نظر توزیع‌های احتمالاتی با یکدیگر به شرایط اقلیمی هم بستگی دارد، بطوری‌که هر چه اقلیم مرطوب تر باشد، این اختلاف نیز بیشتر می‌شود.

بنابراین در تحقیق حاضر سعی شد تا برای منطقه گرگان مقادیر ETo روزانه از روش‌هایی موسوم به دمایی، تشعشعی و استاندارد محاسبه و پس از رسم نمودارهای احتمالاتی آنها و تعیین زمان وقوع دوره‌های حداکثر ETo و ETp با طول دوره‌های مختلف، منحنی‌های مورد نظر برای سطوح مختلف وقوع احتمالاتی بدست آید. سپس این مقادیر با توجه به معادله برآورد ETo مورد مقایسه قرار گرفته و نتایج آنها مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

پس از جمع آوری آمار و اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک هاشم‌آباد– گرگان و با استفاده از برنامه کامپیوتری تهیه شده، مقدار ETo روزانه در دوره دراز مدت ۲۰ ساله (۲۰۰۲–۱۹۸۳ میلادی) محاسبه گردید. برای محاسبه ETo از معادلات تجربی هارگریوز–سامانیH-S (گروه دمایی)، جنسن–هیزJ-H (گروه تشعشعی) و فائو–پنمن–مانتیثF-P-M (روش استاندارد) استفاده شد. لازم به ذکر است طبق تعریف، مقادیر ETo بدست آمده از معادله جنسن–هیز مربوط به

گیاه مرجع یونجه می‌باشد و برای همسان کردن با داده‌های ETo روزانه برآورد شده از دو روش دیگر لازم بود به گیاه مرجع چمن تبدیل شود(Allen et al., 1989) . این ضریب با توجه به اقلیم مرطوب تا نیمه مرطوب گرگان ۱/۰۵ انتخاب شد. بنابراین مقادیرETo برآورد شده از روش جنسن-هیز در ضریب ۱/۰۵ ضرب گردید. سپس با استفاده از یک برنامه کامپیوتری تهیه شده در این خصوص، داده‌های ETo روزانه در هر روز ژولینوسی از بقیه روزها تفکیک شده و برای برآورد مقادیر ETo روزانه با سطوح مختلف از معمولی‌ترین توزیعی (توزیع نرمال یا گوس) که متغیرهای پیوسته با آن مطابقت دارند (۷ و ۳) استفاده شده (معادله۱) و منحنی‌های مورد نظر تهیه شد (لازم به ذکر است در تحقیق شریفان و علیزاده (۱۳۸۷) این منحنی‌ها فقط برای روش F-P-M تهیه شده بود).

$$X = \overline{X} + K.SD \qquad (۱)$$

X: مقدار داده با احتمال وقوع مورد نظر، $\overline{X}$: میانگین داده ها در دوره دراز مدت ، SD: انحراف از معیار داده‌ها و K: ضریب مربوط به توزیع احتمالاتی

با توجه به مطالب فوق ابتدا مقادیر X و SD داده‌های ETo روزانه هر روز ژولینوسی از سه روش تجربی فوق الذکر برآورد شده و با استفاده از معادله (۱) و با انتخاب K مناسب مقدار ETo روزانه با احتمال وقوع مورد نظر برآورد گردید و با توجه به مطالب قبلی در این تحقیق منحنی‌های احتمالاتی مقادیر ETo روزانه بدست آمده از روش‌های H-S و J-H نیز تهیه شدند. جهت بررسی تأثیر طول دوره محاسبه میانگین ETo روزانه بر مقدار ETo محاسبه شده، لازم است ابتدا تاریخ وقوع دوره‌های حداکثر تبخیر-تعرق مرجع برای کلیه دوره‌های مورد نظر با طول دوره‌های مختلف (۳،۱، ۵، ... و ۳۰ روزه) تعیین گردد. از اینرو پس از تهیه منحنی‌های احتمالاتی با سطوح مختلف، مقدار میانگین‌های متحرک روزانه برای دوره‌های مورد نظر با استفاده از مقادیر ETo روزانه با سطح احتمال وقوع ۹۹٪ برای ۳۶۵ روز سال محاسبه شد. پس از این مرحله، مقادیر میانگین‌های متحرک محاسبه شده برای دوره‌های فوق بطور نزولی مرتب شدند. با محاسبه مقدار حداکثر میانگین متحرک برای هر دوره ، روز شروع و خاتمه دوره حداکثر ETo مشخص شد. بنابراین با توجه به این تاریخ، مقادیر میانگین ETo برای هر یک از دوره‌ها در طول دوره آماری۲۰ ساله تعیین شدند. در نهایت با استفاده از معادله ۱ مقدار ETo با احتمالات مختلف (۱٪، ۵٪، .... ، ۹۵٪ و ۹۹٪) برای دوره‌های حداکثر نیاز آبی محاسبه شدند. این کار برای مقادیر ETo برآورد شده از سه روش فوق الذکر انجام شد. از سوی دیگر با بررسی‌های انجام شده در منطقه گرگان، گیاهانی نظیر گندم، جو، پنبه، سویا و برنج بعنوان محصولات شاخص این منطقه شناخته شد (۱) و با حاصلضرب ETo در ضریب گیاهی، مقدار تبخیر-تعرق پتانسیل زراعی برای هر یک از محصولات برآورد شد. بنابراین کلیه مراحل مذکور برای دوره‌های حداکثر ETo، نیز برای مقادیر ETc محصولات شاخص منطقه گرگان انجام و سپس مقادیر بدست آمده مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

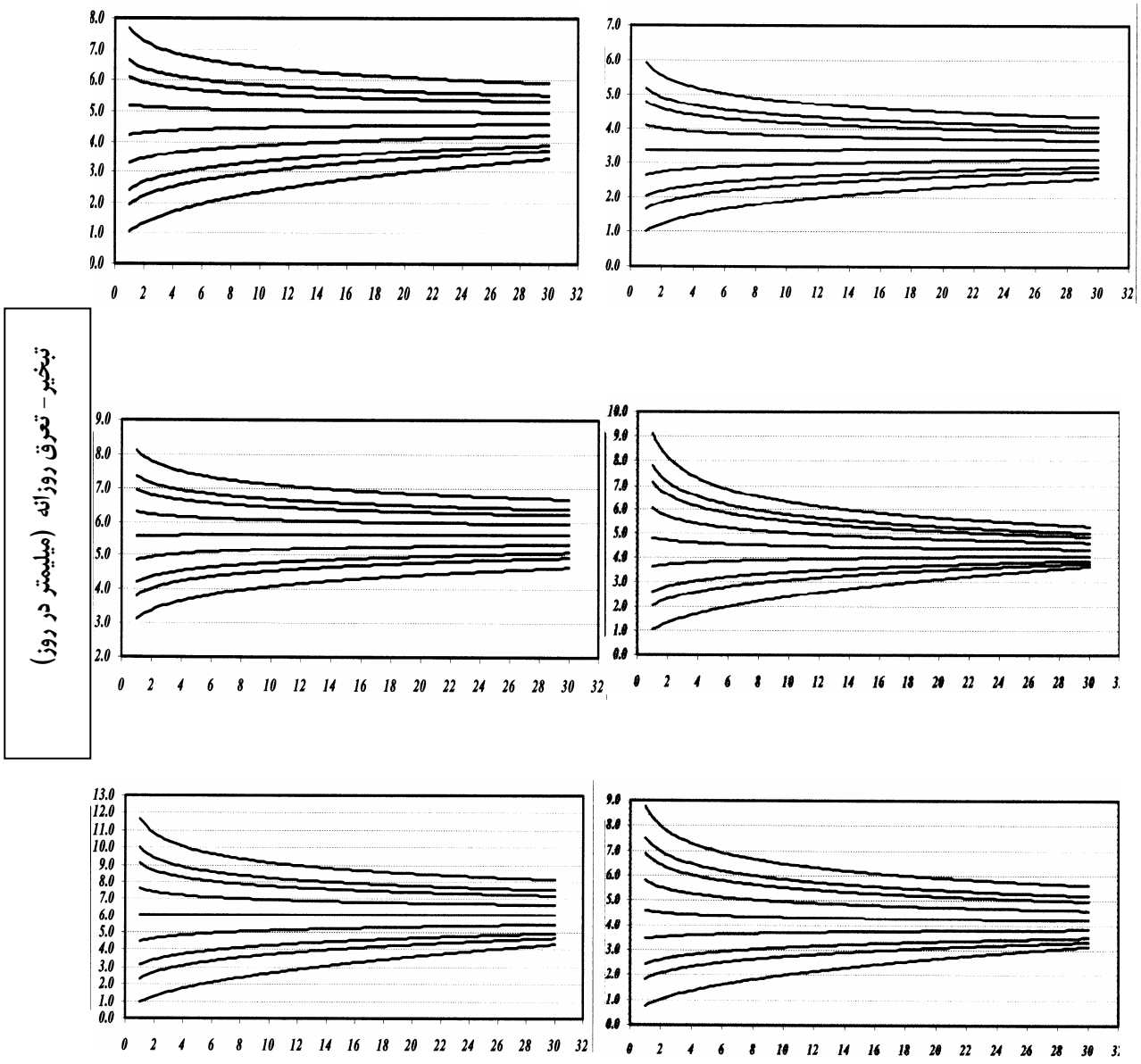
از آنجا که برآورد صحیح تبخیر- تعرق به شرایط اقلیمی هر منطقه بستگی دارد و از نتایج این تحقیق می‌توان برای سایر نقاطی که دارای اقلیم مشابهی هستند، استفاده نمود. لذا از این‌رو در ابتدا اقلیم ایستگاه سینوپتیک هاشم‌آباد- گرگان به دو روش دومارتن و آمبروژه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که اقلیم این منطقه مدیترانه‌ای تا مرطوب معتدل می‌باشد. سپس مقادیر ETo و ETc روزانه هر یک از محصولات شاخص در منطقه از سه روش تجربیH-S، J-H و F-P-M برآورد شد. پس از تعیین زمان وقوع تبخیر-تعرق حداکثر و با استفاده از روش میانگین متحرک در دوره‌های ۱، ۳، ۵، ...و ۳۰ روزه و با برازش توزیع احتمال نرمال (معادله ۱) بر روی این دو پارامتر ، مقادیر مختلف آنها با احتمالات مورد نظر از آن روش برآورد گردید. در شکل۱ روند تغییرات ETo و ETc بازاء احتمالات مختلف نشان داده شده است.

تجزیه و تحلیل مقادیر میانگین ETo روزانه با سطوح مختلف احتمالاتی برای دوره‌های حداکثر نیاز آبی

برای نشان دادن روند تغییرات ETo با احتمالات مختلف، دوره‌های ۳و ۵ روزه حداکثر نیاز آبی انتخاب شد (جدول ۱) مطابق نتایج این جدول برای سطوح احتمالاتی بیشتر از ۵۰٪ با افزایش دوره نیاز آبی مقدار میانگین ETo روزانه کاهش می‌یابد و این بدلیل استفاده از متوسط گیری حسابی می‌باشد. از سوی دیگر برای هر یک از احتمالات معین برای دوره حداکثر نیاز آبی یکسان،مقدار میانگین ETo محاسبه شده از روش‌هایJ-H ، H-S وF-P-M به ترتیب مقدار بزرگتری هستند.

نیک‌بخت و میر لطیفی(۱۰) نیز برای منطقه مهرآباد-تهران نیز نتیجه مشابهی گرفتند. از سوی دیگر روند تغییرات ETo روزانه برای دوره‌های حداکثر نیاز آبی با سطوح مختلف احتمالاتی متقارن بودند. همچنین مطابق جدول ۱ مقدار اختلاف ETo بین دو احتمال خاص از روش F-P-M بیشتر از J-H و هر دو بزرگتر از روش H-S بود. از سوی دیگر برای سطوح احتمالی مختلف روش J-H مقدار ETo بیشتری را از روش H-S نسبت به روش استاندارد برآورد می‌نماید. این اختلاف برای دوره ۳ روزه نسبت به دوره ۵ روزه بیشتر به چشم می‌خورد. در جدول ۱ تأثیر روش محاسبه ETo حداکثر دوره نیاز آبی

با توجه به توزیع‌های مختلف آماری نشان داده شده‌است. مطابق این جدول اختلاف روش J-H با روش استاندارد برای هر یک از سطوح احتمالاتی خاص بیشتر از اختلاف ما بین روشH-S و روش استاندارد است. بنابراین روش H-S مقادیر نزدیکتری به روش استاندارد ارائه داده است.



(شکل ۱)- نمودارهای بهترین منحنی‌های* توزیع برازش شده میانگین ETo (سمت چپ) و ETC روزانه گندم (سمت راست) با سطوح احتمال وقوع متفاوت برای دوره‌های حداکثر نیاز آبی در منطقه گرگان**

***: منحنی‌ها از بالا به پائین برای سطوح ۱-۵-۱۰-۲۵-۵۰-۷۵۹۰-۹۵-۹۹ درصد می‌باشند.**

****: شکل‌ها از بالا به پائین به ترتیب: روش‌های فائو-پنمن-مانتیث، هارگریوز-سامانی و جنسن-هیز هستند.**

(جدول ۱)- مقادیر میانگین ET_0 روزانه دوره‌های ۳ روزه و ۵ روزه با سطوح احتمال وقوع متفاوت در ایستگاه هاشم‌آباد- گرگان

روش فائو-پنمن-مانتیث					
طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_0 (mm/day)	طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_0 (mm/day)
۳	۵۰	۴/۳	۵	۵۰	۴/۴
۳	۷۵	۵/۱	۵	۷۵	۵
۳	۹۰	۵/۸	۵	۹۰	۵/۷
۳	۹۵	۶/۳	۵	۹۵	۶/۱
روش جنسن-هیز					
طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_0 (mm/day)	طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_0 (mm/day)
۳	۵۰	۶/۰	۵	۵۰	۶/۰
۳	۷۵	۷/۲	۵	۷۵	۷/۱
۳	۹۰	۸/۴	۵	۹۰	۸/۱
۳	۹۵	۹/۰	۵	۹۵	۸/۸
روش هارگریوز-سامانی					
طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_0 (mm/day)	طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_0 (mm/day)
۳	۵۰	۵/۶	۵	۵۰	۵/۶
۳	۷۵	۶/۲	۵	۷۵	۶/۱
۳	۹۰	۶/۷	۵	۹۰	۶/۶
۳	۹۵	۷/۰	۵	۹۵	۶/۹

(جدول ۲)- مقایسه مقادیر ETo روزانه محاسبه شده بر اساس روش استاندارد با سایر روش‌ها، با سطح احتمال وقوع متفاوت در منطقه گرگان

ETo	سطح احتمال (٪)	۳ روزه اختلاف(mm/day)	۳ روزه اختلاف (٪)	۵ روزه اختلاف(mm/day)	۵ روزه اختلاف (٪)
H-S	۵۰	-۱/۳	-۳۰	-۱/۲	-۲۷
	۷۵	-۱/۱	-۲۲	-۱/۱	-۲۲
	۹۰	-۰/۹	-۱۶	-۰/۹	-۱۶
	۹۵	-۰/۷	-۱۱	-۰/۸	-۱۳
J-H	۵۰	-۱/۷	-۴۰	-۱/۶	-۳۶
	۷۵	-۲/۱	-۴۱	-۲/۱	-۴۲
	۹۰	-۲/۶	-۴۵	-۲/۴	-۴۲
	۹۵	-۲/۷	-۴۳	-۲/۷	-۴۴

تجزیه و تحلیل مقادیر میانگین ETc روزانه با سطوح مختلف احتمالاتی برای دوره‌های حداکثر نیاز آبی

از آنجا که سطح احتمال وقوع ETc با توجه به ارزش گیاه کشت شده و شرایط اقلیمی و خاک انتخاب می‌شود، معمولا سطح احتمال از ۷۵٪ به بالا خواهد بود. از سوی دیگر دور آبیاری بر اساس عمق توسعه ریشه گیاه، نوع بافت خاک مزرعه و ظرفیت ذخیره رطوبتی خاک و سیستم آبیاری تعیین می‌شود. بنابراین پس از انتخاب سطح احتمال ETc و دور آبیاری، بهترین منحنی‌های برازش شده از بین مقادیر میانگین ETc روزانه با سطح احتمالاتی مختلف برای دوره‌های ۱ الی ۳۰ روزه، حداکثر نیاز آبی استخراج و سیستم آبیاری بر اساس آن طراحی و ظرفیت آن تعیین می‌شود. به عنوان نمونه در شکل ۱ نمودار میانگین ETc روزانه محصول گندم با سطوح احتمال وقوع متفاوت (برازش شده با توزیع احتمال نرمال) برای دوره‌های حداکثر نیاز آبی با استفاده از روش‌های استاندارد، H-S و J-H در منطقه گرگان نشان داده شده است. مطابق این شکل و نمودار سایر محصولات، دامنه تغییرات ETc حاصله از روش H-S در دوره‌های کوتاه (بطور مثال ۱، ۳ و ۵ روزه) برای محصولات گندم و جو بیشتر از دو روش دیگر بود. در حالیکه اگر دور آبیاری بیشتر از ۱۵ روزه شود، دامنه تغییرات روش H-S کمتر از دو روش دیگر می‌شود. همچنین دامنه تغییرات ETc حاصله از روش J-H برای محصولات برنج، پنبه و سویا در دوره‌های کوتاه مدت بیشتر از دو روش دیگر بوده و اگر دوره طولانی‌تر شود، دامنه تغییرات هر سه روش تقریباً

یکسان خواهد بود. در جدول ۳ مقادیر میانگین ETc روزانه گندم در دوره‌های ۳ و ۵ روزه با سطوح احتمال متفاوت در ایستگاه هاشم‌آباد- گرگان نشان داده شده است. برای سایر محصولات نیز چنین جداولی تهیه شد، ولی بدلیل رعایت اختصار، از ارائه آنها خودداری گردید، خلاصه نتایج در جدول ۴ نشان داده شده‌است.

روش H-S برای محصولات گندم و جو مقدار ETc بیشتری را نسبت به روش J-H برآورد نموده، در حالیکه روش J-H برای محصولات پنبه، سویا و برنج مقدار ETc بیشتری را برآورد نمود. در محصول سویا کمترین اختلاف برآورد ETc را از دو روش J-H و H-S با روش استانداردمشاهده شد، در حالیکه بیشترین اختلاف برای محصولات گندم و جو دیده شد (جدول ۴). همچنین مطابق این جدول نتیجه شد که: با افزایش سطح احتمال مقدار ETc در محصولات گندم و جو برای هر دو روش J-H و H-S افزایش می‌یافت، در حالیکه برای محصولات پنبه، سویا و برنج این نکته بر عکس اتفاق افتاده است، یعنی با افزایش سطح احتمال، اختلاف مقدار ETc برآورد شده از روش H-S با روش استاندارد کمتر شده است، در حالیکه روش J-H نیز روند افزایشی داشت.

(جدول ۳)- مقادیر میانگین ET_C روزانه گندم دوره‌های ۳ روزه و ۵ روزه با سطوح احتمال وقوع متفاوت در ایستگاه هاشم‌آباد گرگان

روش فائو-پنمن-مانتیث

طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_C (mm/day)	طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_C (mm/day)
۳	۵۰	۳/۴	۵	۵۰	۳/۴
۳	۷۵	۴/۰	۵	۷۵	۳/۹
۳	۹۰	۴/۵	۵	۹۰	۴/۴
۳	۹۵	۴/۷	۵	۹۵	۴/۶

روش جنسن-هیز

طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_C (mm/day)	طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_C (mm/day)
۳	۵۰	۴/۵	۵	۵۰	۴/۴
۳	۷۵	۵/۳	۵	۷۵	۵/۲
۳	۹۰	۶/۲	۵	۹۰	۵/۹
۳	۹۵	۶/۶	۵	۹۵	۶/۳

روش هارگریوز-سامانی

طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_C (mm/day)	طول دوره (روز)	سطح احتمال وقوع (٪)	مقدار ET_C (mm/day)
۳	۵۰	۴/۷	۵	۵۰	۴/۶
۳	۷۵	۵/۵	۵	۷۵	۵/۳
۳	۹۰	۶/۳	۵	۹۰	۶/۰
۳	۹۵	۶/۸	۵	۹۵	۶/۳

جدول (٤)- مقایسه مقادیر ETo روزانه محاسبه شده بر اساس روش استاندارد با سایر روش‌ها، با سطح احتمال وقوع متفاوت در منطقه گرگان

محصول	روش محاسبه ETc	سطح احتمال	۳ روزه اختلاف(mm/day)	۳ روزه اختلاف(٪)	۵ روزه اختلاف(mm/day)	۵ روزه اختلاف(٪)
	H-S	۵۰	-۱/۴	-۴۱	-۱/۲	-۳۵
	H-S	۷۵	-۱/۵	-۳۸	-۱/۴	-۳۶
	H-S	۹۰	-۱/۸	-۴۰	-۱/۶	-۳۶
	H-S	۹۵	-۲/۱	-۴۵	-۱/۷	-۳۷
گندم	J-H	۵۰	-۱/۱	-۳۲	-۱	-۲۹
	J-H	۷۵	-۱/۳	-۳۳	-۱/۳	-۳۳
	J-H	۹۰	-۱/۷	-۳۸	-۱/۵	-۳۴
	J-H	۹۵	-۱/۹	-۴۰	-۱/۷	-۳۷
	H-S	۵۰	-۱/۳	-۳۸	-۱/۲	-۳۵
	H-S	۷۵	-۱/۵	-۳۸	-۱/۴	-۳۶
	H-S	۹۰	-۱/۸	-۴۰	-۱/۶	-۳۶
	H-S	۹۵	-۲/۱	-۴۵	-۱/۷	-۳۷
	J-H	۵۰	-۱/۱	-۳۲	-۱	-۲۹
جو	J-H	۷۵	-۱/۳	-۳۳	-۱/۳	-۳۳
	J-H	۹۰	-۱/۷	-۳۸	-۱/۵	-۳۴
	J-H	۹۵	-۱/۹	۴۰	-۱/۷	-۳۷
	H-S	۵۰	-۱	-۲۰	-۱	-۲۰
	H-S	۷۵	-۱/۱	-۱۹	-۱	-۱۷
	H-S	۹۰	-۱/۱	-۱۶	-۱/۱	-۱۷
	H-S	۹۵	-۱/۱	-۱۵	-۱	-۱۴
	J-H	۵۰	-۱/۴	-۲۸	-۱/۴	-۲۸
پنبه	J-H	۷۵	-۲/۱	-۳۶	-۲	-۳۴
	J-H	۹۰	-۲/۵	-۳۷	-۲/۴	-۳۷
	J-H	۹۵	۲/۸	-۳۹	-۲/۶	-۳۷
	H-S	۵۰	-۰/۷	-۱۴	-۰/۷	-۱۴
	H-S	۷۵	-۰/۷	-۱۲	-۰/۶	-۱۱
	H-S	۹۰	-۰/۵	-۸	-۰/۶	۱۰-
	H-S	۹۵	-۰/۵	-۷	-۰/۶	۹-
	J-H	۵۰	-۰/۸	-۱۶	-۰/۸	-۱۶
سویا	J-H	۷۵	-۰/۷	-۱۲	-۰/۶	-۱۱
	J-H	۹۰	-۰/۶	-۹	-۰/۶	-۱۰
	J-H	۹۵	-۰/۶	-۸	-۰/۶	-۹
	H-S	۵۰	-۱	-۲۰	-۱	-۲۰
	H-S	۷۵	-۱	-۱۷	-۱	-۱۷
	H-S	۹۰	-۰/۹	-۱۳	-۰/۹	-۱۳
	H-S	۹۵	-۱	-۱۴	-۱	-۱۴
برنج	J-H	۵۰	-۲	-۴۰	-۲	-۴۰
	J-H	۷۵	-۲/۲	-۳۷	-۲/۲	-۳۷
	J-H	۹۰	-۲/۹	-۴۳	-۲/۷	-۴۰
	J-H	۹۵	-۳/۳	-۴۶	-۳	-۴۳

منابع

۱- بی نام ۱۳۸۳، طرح نظام و ترکیب کشت استان گلستان، معاونت فنی و اجرایی سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، ۸۵ص.

۲- خیرابی ج، توکلی ع. ر، انتصاری م. ر.، و سلامت ع. ر. ۱۳۷۶. معرفی جهات نظری و کاربردی روش پنمن-مانتیس و ارائه تبخیر و تعرق مرجع

استاندارد برای ایران. گروه کار آب مورد نیاز گیاهان و مدیریت محصولات زراعی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، چاپ اول، ۱۶۶ ص..

۳- رضائی ع. ۱۳۷۹. مفاهیم آمار و احتمالات (با تجدید نظر کامل). نشر مشهد، چاپ اول، مشهد، ص۱۸۸.

۴- شریفان ح. ۱۳۸۶. بررسی آب مورد نیاز گیاهان در دوره‌های مختلف حداکثر نیاز آبی، مجله آبیاری و زهکشی انجمن آبیاری. شماره ۲: صفحات ۸۷-۹۴.

۵- شریفان ح. و علیزاده ا. ۱۳۸۷. بررسی و مقایسه فراوانی مقادیر تبخیر-تعرق در منطقه گلستان. مجله علوم و صنایع کشاورزی ، (پذیرش شده).

۶- علیزاده ا. ۱۳۸۵. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. چاپ اول، موسسه انتشارات آستان قدس رضوی.

۷- علیزاده ا. ۱۳۸۶. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ نوزدهم، موسسه انتشارات آستان قدس رضوی، ۸۰۵ص.

۸- علیزاده ا.، میرشاهی، ب.، هاشمی نیا، س. م. و ثنایی نژاد، ح. ۱۳۸۰. بررسی دقت و عملکرد تبخیر-تعرق پتانسیل محاسبه شده به روش‌های هارگریوز-سامانی و تشتک تبخیر در ایستگاه‌های سینوپتیک استان خراسان. مجله علمی و فنی نیوار، شماره ۴۲ و ۴۳.

۹- فتحی م.، خلیلی ع.، سهرابی ت. و قهرمان ن. ۱۳۸۶. برآورد احتمالات نیاز آبی و باران مؤثر در زراعت گندم در نمونه‌های منتخب اقلیمی کشور، مجموعه مقالات نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان.

۱۰-نیک‌بخت ج، و میرلطیفی س. م. ۱۳۸۲. تأثیر روش محاسبه ETo، احتمال وقوع و طول دوره حداکثر مصرف آب بر تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۶، شماره ۲، صفحه:۲۲۳-۲۳۱.

11- Allen R.G. and Pruitt W.O. 1988. Closure to Rational Use of the FAO Blany-Criddle Formula, J. Irrig. Drain. Eng. 114(2): 375-380

12- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. and Smith M. 1998. Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and drainage Paper, NO. 56, Rome, Itally.

13- Doorenboss U J., and Pruitt W. O., 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 24, 2nd ed., FAO Rome, Italy, 156PP.

14- Jensen M.E., Broma R.D. and Allen R.G. 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirement. ASCE Manual, No.70, U.S.A..

15- Hargreaves G.H., 1994. Defining and using reference evapotranspiration. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 120(6):1132-39.

16- Nixon P.R., Lawless G.P. and Richardson G.V. 1972. Coastal Californian evapotranspiration frequencies. Proceeding of the American Society of Civil Engineers, Journal of the Irrigation and Drainage Division, (IR2):185-91.

17- Pruitt W.O., Von Oettigen S. and Morgan D.L. 1972. Central California evapotranspiration frequencies. Proceeding of the American Society of Civil Engineers, Journal of the Irrigation and Drainage Division, (IR2):177-84.

18- Wright J.L. and Jensen M.E. 1972. Peak water requirements in Southern Idaho. Proceeding of the American Society of Civil Engineers, Journal of the Irrigation and Drainage Division, 98(IR2):193-201.

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 3, Fall 2009, p. 1-9

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۸، ص. ۹-۱

Study of Temperature and Radiation Based Methods of Estimating Maximum Evapotranspiration with Different Probabilities

(Case Study of Gorgan)

H. Sharifan*[1]- A. Alizadeh[2]

Abstract

In order to estimate the reference evapotranspiration different equation is used. Validity of each methods depends upon the climate and the parameters which are used in these equations. Therefore it is necessary to calibrate these methods for any specific area and for any desired frequency. In this study common temperature and radiation based methods were used for calculating crop evapotranspiration and the results were compared with standard method of estimating reference evapotranspiration. The results showed that Jensen-Haise(J-H) method overestimate ET compare to Hargreaves-Samany(H-S) method. The difference is more in 3 days period of irrigation than 5 days period. Also for wheat and barely H-S method estimates higher value of ETc compared with J-H method. However, J-H method overestimate ETc for cotton and rice. By increasing the probability level, the difference between calculated ETc by J-H and H-S decreased significantly.

Key words: Peak water requirement, ETo, ETc, Radiation, Temperature, Probability

1,2 - Contribution from College of Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources and Ferdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding author Email: h_sharifan47@yahoo.com)