رابطه ضریب یکنواختی با زاویه پرتاب در آبیاری بارانی با فشار خیلی کم [1]

مجتبی اکرم

کارشناس کشاورزی بانک کشاورزی

تاریخ وصول، بیستم اسفندماه ۱۳۶۲

چکیده

طرز کار چند آبپاش [2] مختلف با زوایای پرتاب [3] متفاوت، تحت فشارهای مختلف خیلی کم در شرایط بدون وزش باد با معیار ضریب یکنواختی مورد ارزیابی قرار گرفت. در مورد دو آبپاش که طرز کار بهتری داشتند، زاویه شیب پایه آبپاش تغییر داده شد تا زوایای پرتاب مختلفی ایجاد گردد. آزمایشات در فشارهای مختلف تحت شرایط بدون باد با افزایش زاویه پرتاب بعدرجه به عدرجه انجام گرفت. در پایان، یک نوع آبپاش با چهار زاویه پرتاب مختلف در شرایط وجود وزش باد آزمایش گردید.

در شرایط بدون باد، زاویه پرتاب حدود ۳۶ درجه بهترین نتیجه را عاید کرد. در بادهای با شدت کم و متوسط (۶-۲ متر در ثانیه یا ۴/۴۷ تا ۱۳/۴۲ مایل در ساعت)، زاویه پرتاب حدود ۳۰ درجه بهترین نتیجه را داد. در بادهای با شدت زیاد (بیشتر از ۶ متر در ثانیه یا ۱۳/۴۲ مایل در ساعت)، ضریب یکنواختی با این زاویه پرتاب، بخصوص در فواصل زیاد، کاهش ناگهانی یافت.

مقدمه

براساس طبقه بندی انجمن آبیاری آمریکا (۶)، سیستمهای با فشار کم به آنهائی اطلاق می‌گردد که تحت فشار $\frac{1}{3}$ تا ۲ آتمسفر کار می‌کنند. برتوکلر (۳) حد فاصل بین $\frac{1}{3}$ تا $\frac{4}{3}$ آتمسفر را فشار خیلی کم نامید [5] و اولین کسانی بودند که در سال ۱۹۷۷ آزمایشاتی با فشار خیلی کم انجام دادند.

یکی از مهمترین مشکلات در گسترش آبیاری بارانی، بالا بودن هزینه انرژی است. هدف آبیاری با فشار خیلی کم این است که انرژی مورد نیاز را کاهش دهد. بعبارت دیگر کاربرد آبیاری بارانی با فشار خیلی کم همراه با در بر داشتن مزایای آبیاری بارانی، باعث صرفه جوئی در مصرف انرژی می‌گردد. علاوه بر این در برخی مناطق با وجود انرژی ارزان قیمت

۱- این تحقیق تحت نظر و راهنمائی Dr.Jack Keller، استاد و رئیس دپارتمان مهندسی کشاورزی و آبیاری دانشگاه ایالتی یوتا انجام گردیده است.

2- Sprinkler

3- Trajectory angle

موقعیتهایی وجوددارندکه کاربرد آبیاری بارانی بافشارخیلی کم‌را امکان پذیرمی‌نمایند. بعنوان مثال می‌توان استفاده‌ازاین‌نوع‌آبیاری را درمناطقی که‌درآنها فشارثقلی‌کم‌وجود دارد ذکرنمود.

ازطرف دیگر، مشکلاتی درکاربردآبیاری بارانی بافشارخیلی کم‌وجود دارد. بر اساس مطالعات کریستین سن (۴)، درهرآب پاش معین هرچه‌فشارآب کمترگردد سرعت پخش[1] بیشتر گردیده، فشارقطرات آب برروی خاک افزایش یافته ویکنواختی پخش آب کاهش می‌یابد. وی نتیجه‌گرفته است که هرچه‌فشارکمترباشد آب‌پاشها بایستی بفواصل کمترازیکدیگرقرارگیرند.

برت وکلر (۳) متذکرگردیده‌اندکه‌در آبیاری بارانی بافشارخیلی کم قطردایره‌خیس شده عموماً کمترازمتراست درحالیکه‌این‌قطر درروشهای متداولی که‌براساس فشارمتوسط کار می‌کنند، بیش ازدوبرابربوده مساحتی‌حدودچهار برابر راخیس می‌نماید. باین ترتیب کار با سیستمهائی که‌بافشارخیلی کم‌کارمی‌کنند زارع رابادومشکل مواجه می‌سازد. یا بایستی تعداد آب پاشها، لوله‌واتصالات درواحدسطح‌را زیادترنمایدویا اینکه‌دفعات تعویض محل آب پاشها را بیشتر کند. هردواین حالات گران تمام می‌شوند.

تحقیق درموردآبیاری‌بارانی‌تحت فشار خیلی‌کم ازسابقه‌ای کوتاه‌برخوردارا ست‌پس از بحران انرژی دردهه ۱۹۷۰ وبمنظورکاهش مصرف انرژی، برت وکلر (۳) درسال ۱۹۷۷ مطالعاتی‌را دردانشگاه ایالتی یوتا آغازکردند. آنها چهار نوع اصلی‌آب پاش را بافشارخیلی‌کم موردآزمایش قراردادند. این چهارنوع عبارت بودند از:

الف ـ آب پاشهای افشان[2]

ب ـ لوله منفذدار[3]

پ ـ آب پاشهائی‌که‌دراثرنیروی‌عکس العمل آب به‌چرخش درمی‌آیند[4]

ت ـ آب پاشهائی‌که‌باضربه‌بحرکت درمی‌آیند.[5]

این آزمایشات نشان داد که‌آب پاشهای‌نوع"ت" نسبت به‌انواع دیگربعلل زیربرتری دارند:

۱ـ درمقایسه‌بانوع" الف " قطرخیس شده‌آنها بیشتربوده وسرعت پخش کمتری دارند.

۲ـ درمقایسه‌بانوع" ب " سرعت پخش کمتری دارند.

۳ـ درمقایسه‌بانوع" پ " قطرخیس شده‌آنها بیشتربوده ومقاومت‌آنها درمقابل گرفتگی زیادتراست.

۴ـ درمقایسه‌باانواع دیگر نسبت به‌گرفتگی مقاومترهستند.

آلرد (۱) درهمین‌دانشگاه‌کوشید تا شکل دهانه‌های[6] ساخته‌شده‌را بنحوی اصلاح‌کند که قسمتی ازآب بدون وجودمانعی‌ازآن‌خارج‌شده و

1-Application rate

2- Spray head sprinklers

3-Porforated pipe

4- Reaction rotated sprinklers

5-Impact rotated sprinklers

6- Nozzles

باین ترتیب ،شعاع خیس شده‌را افزایش دهد و درعین حال نحوه‌توزیع‌آب درحوالی‌آب پاش‌نیز مناسب باشد .وی به‌این منظور چهاردهانه[1] طراحی‌نموده وساخت که‌سه‌تای‌آنها شلجمی و دیگری بشکل مخروط ناقص وهمگی واگرا بودند. نتیجه‌این بودکه دهانه‌های با قسمت شلجمی واگرا دارای شعاع خیس شده بیشتری بوده و نحوه توزیع آب درآنها نیزازآنچه‌که‌کارخانه سازنده طراحی‌نموده بهتربود. لیکن‌این‌دهانه‌ها درمقابل اختلاف فشار باثبات نبوده وتغییرات ناگهانی‌زیادی درنحوه‌پخش‌آب ازآنها دیده‌شده و ارزش‌کاربردی خودرا درعمل ازدست دادند .

آلرد(۱)، همچنین با نصب میله‌ای[2] درسه محل مختلف بعدازدهانه‌آب پاشهائی‌که‌برت وکلر (۳) پیشنهادنموده بودند ،آزمایشاتی‌انجام‌داد . یکی‌ازاین دهانه‌ها با میله‌ای دراز وقابل تنظیم که‌روبروی محوردهانه‌قرارنمیگرفت بهترین نتیجه‌رادادد .با یک تحلیل اقتصادی و مقایسه‌این دهانه که‌بافشارخیلی‌کم‌کارمی‌کرد با روشهای متداول که‌بافشارزیادکارمی‌کنند (۶۲ PSI یا ۴/۳۶ آتمسفر)معلوم‌گشت که‌آبیاری بارانی بافشارخیلی‌کم بخصوص درمناطقی که نیروی کارگرزیاد وبهای انرژی نیزگران‌است مقرون بصرفه می‌باشد .

یافتن‌انواع‌آب پاشهای‌جدید یا اصلاح آب پاشهای موجود بنحوی که‌بتوانندبافشار خیلی‌کم‌کارکنند ازنظراقتصادی وهمچنین‌ازنظر صرفه‌جوئی‌درمصرف انرژی،دارای‌اهمیت‌ویژه‌ای‌است.

هدف این‌تحقیق، مطالعه‌رابطه‌بین‌زاویه پرتاب‌آب وطرزکارآبیاری بارانی تحت فشار خیلی‌کم‌می‌باشد .دراین بررسی، معیارسنجش ضریب یکنواختی کریستینسن[3] بشرح زیربوده‌است:

$$CU = 100\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{N} |P_i - \bar{P}|}{N\bar{P}}\right) \quad (1)$$

که‌درآن CU ضریب یکنواختی‌پخش‌آب به‌درصد ، P_i بارش اندازه‌گیری شده‌درهریک از N نقطه‌ای که‌بفواصل مساوی ازیکدیگر روی یک شبکه‌مربع شکل قرارگرفته‌اند و $\bar{P}$، متوسط بارش در N نقطه می‌باشد .

مواد و روشها

درآزمایشات انجام‌شده آب پاشهائی‌که‌همگی دارای یک دهانه‌بوده وبازوایای پرتاب‌مختلف برای کاردرفشارهای خیلی‌کم ساخته‌شده‌اند، بشرح زیرمورداستفاده‌قرارگرفته‌اند :

۱- آب پاش بازاویه‌پرتاب ۶ درجه ،بقطر ۴ میلیمتر (۰/۱۶ اینچ)وبادهانه‌استوانه‌ای (آب پاش A).

۲- آب پاش بازاویه‌پرتاب ۱۵ درجه ،بقطر ۳/۱۸ میلیمتر ($\frac{1}{8}$ اینچ) وبادهانه‌استوانه‌ای (آب پاش B).

۳- آب پاش بازاویه‌پرتاب ۱۶ درجه ، بقطر ۳/۱۸ میلیمتر ($\frac{1}{8}$ اینچ)وبادهانه استوانه‌ای (آب پاش C).

۴- آب پاش بازاویه‌پرتاب ۲۰ درجه ، بقطر ۳/۹۷ میلیمتر ($\frac{5}{32}$ اینچ) و بشکل جاکلیدی

1- Parabolic 2- Pin 3- Christiansen's coefficient of uniformity

(⊂⊃)، (آب پاش D).

۵- آب پاش با زاویه پرتاب ۲۲/۵ درجه، بقطر ۳/۱۸ میلیمتر ($\frac{1}{8}$ اینچ) و با دهانه استوانه‌ای بشکل دوجا کلیدی (⊂⊃)، (آب پاش E) .

۶- آب پاش با زاویه پرتاب ۲۵ درجه و با سایر مشخصات آب پاش E (آب پاش F).

۷- آب پاش با زاویه پرتاب ۳۰ درجه، بقطر ۴ میلیمتر (۰/۱۶ اینچ) و با دهانه استوانه‌ای (آب پاش G).

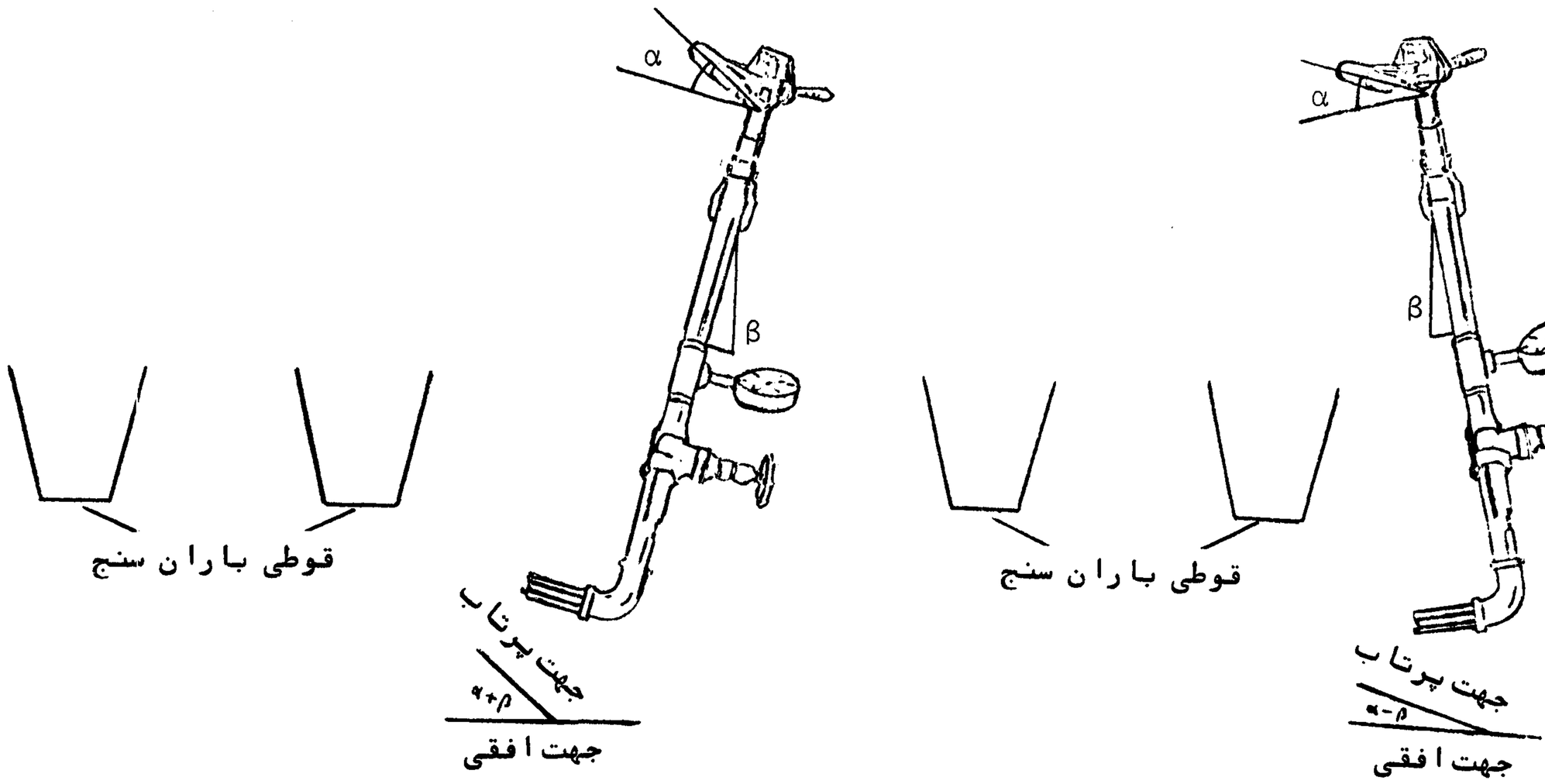
آب پاشهای فوق درداخل ساختمان در سرعت بادی معادل صفر مورد آزمایش قرار گرفتند. آب پاشها برروی پایه‌ای بقطر $\frac{3}{4}$ اینچ نصب گردیدند بطوریکه ارتفاع آنها از سطح فوقانی قوطیهای باران سنج حدود ۶۱ سانتیمتر (۲ فوت) بود. بجای ایجاد شبکه مربع شکل باران - سنجی که در تعیین ضریب یکنواختی بکار می‌رود، فقط یک ردیف قوطی باران سنج در امتداد یکی از شعاعهای دایره خیس شونده بفاصله ۱۰ سانتی متر (۱/۶۴ فوت) از یکدیگر قرار داده شد. مدت هر آزمایش ۲ ساعت بود و برروی هر آب پاش، سه آزمایش در فشارهای ۰/۸۳ آتمسفر، ۱/۰۳ آتمسفر و ۱/۳۷ آتمسفر (بترتیب معادل ۱۲، ۱۵ و ۲۰ پوند بر اینچ مربع) انجام گرفت. بکمک یک مدل ریاضی از مقادیر بدست آمده از باران سنج ها، ابتدا مقادیر بارش در گوشه های شبکه مربع شکل فرضی، محاسبه و سپس با فرض کردن همین آب پاش در فواصل مختلف (فاصله آب پاشها روی خطوط جانبی[1] و فاصله خطوط جانبی از یکدیگر) و جمع نمودن مقادیر بارندگی در هر نقطه شبکه و استفاده از فرمول (۱)، ضریب یکنواختی برای فواصل مختلف محاسبه گردید.

نتایج آزمایشات مذکور نشان داد که آب پاش F از نظر یکنواختی پخش آب از سایر آب پاشها بهتر است. لذا این آب پاش بهمراه دو آب پاش A و G که از نظر ساختمانی کاملا" شبیه یکدیگر بودند و تفاوت آنها فقط در زاویه پرتاب آب بود، برای مطالعات بعدی انتخاب گردیدند. برای مطالعه اثر زاویه پرتاب بر ضریب یکنواختی، به پایه آب پاش در محاذات باران سنجها، شیب مناسب داده شد. شکل ۱ چگونگی تغییر زاویه پرتاب را نشان می‌دهد. آزمایشات در شرایط بدون باد با زوایای ۶ تا ۳۶ درجه برای آب پاشهای A و G و ۷ تا ۳۷ درجه برای آب پاش F، با تغییر زاویه ۶ درجه انجام پذیرفت. ضریب یکنواختی برای فواصل مختلف همانند آزمایشات قبلی با استفاده از مدل ریاضی محاسبه گردید.

برای مطالعه اثر زاویه پرتاب بر ضریب یکنواختی در شرایط با وزش باد، آب پاشهای A و G که از نظر ساختمانی کاملا" شبیه یکدیگر بودند و فقط زاویه پرتاب آنها متفاوت بود، انتخاب گردیدند. پس از انجام آزمایشات لازم با دو آب پاش مذکور (با زوایای پرتاب ۶ و ۳۰ درجه)، بدقت زوایای پرتاب این دو آب پاش بترتیب به ۱۴ و ۲۲ درجه تغییر داده شد و آزمایشات دیگری برروی آنها انجام گرفت.

1- Laterals

مدت هریک ازاین آزمایشات معمولا "دوساعت بود. قوطی های باران سنج برروی شبکه مربع شکل بفاصله ۵ فوت (۱/۵۲متر) ازیکدیگرقرارگرفته و آب پاش درمرکزیکی ازاین مربعات قرار داده شده بود. ضریب یکنواختی با استفاده از یک برنامه کامپیوتری دیگر، با فرض وجود آب پاشی با همین خصوصیات درفواصل معین، محاسبه گردید.



الف ـ کاهش زاویه بمیزان β درجه ب ـ افزایش زایه بمیزان β درجه

شکل ۱ـ نحوه افزایش وکاهش زاویه پرتاب

نتایج

۱ـ تغییرات ضریب یکنواختی دراثرتغییرات فشار:

تغییرات ضریب یکنواختی دراثر تغییرات فشار با استفاده ازرابطه زیر محاسبه گردیده است:

$$\text{درصدتغییرات CU} = \frac{(CU_H)_{av.} - (CU_L)_{av.}}{(CU_L)_{av.}} \times 100 \quad (۲)$$

که درآن، $(CU_H)_{av.}$ متوسط ضریب یکنواختی برای فواصل مختلف درفشار بالاتر و $(CU_L)_{av.}$ همان پارامتردرفشار کمتر می باشد.

جدول شماره ۱ درصدتغییرات ضریب یکنواختی دراثرتغییرفشار را درفشارهای خیلی کم نشان میدهد. بطوریکه ازاین جدول استنباط میگردد:

الف ـ تغییرات ضریب یکنواختی بین ۱۵ و ۲۰ پوند برایینچ مربع (بترتیب ۱/۰۳ و ۱/۳۷ آتمسفر)،

بسیار کمتر از همین تغییرات بین فشارهای ۱۲ و ۱۵ پوند براینچ مربع (۰/۸۳ و ۱/۰۳آتمسفر) می‌باشد.

این مطلب درموردکلیه آب پاشهای آزمایش شده بجز آب پاش G صادق بوده است.

جدول ۱ـ تغییرات ضریب یکنواختی دراثرتغییرات فشاربرای آب پاشهای مختلف درشرایط بدون وزش باد

نوع آب پاش	درصدتغییرات بین۱۲ و ۱۵پوندبراینچ مربع*	درصدتغییرات بین۱۵و ۲۰پوندبراینچ مربع	درصدتغییرات بین۱۲و ۲۰ پوندبراینچ مربع
A	۲۷/۱	۱۹/۹	۵۲/۴
B	۱۷/۸	- ۱/۹	۱۵/۶
C	۶/۴	- ۰/۸	۵/۶
D	۱۹/۰	۴/۱	۲۳/۹
E	۲۸/۰	۳/۱	۳۲/۰
F	۱۷/۲	۸/۷	۲۷/۴
G	۸/۴	۱۳/۹	۲۳/۵
متوسط	۱۷/۷	۶/۷	۲۵/۸

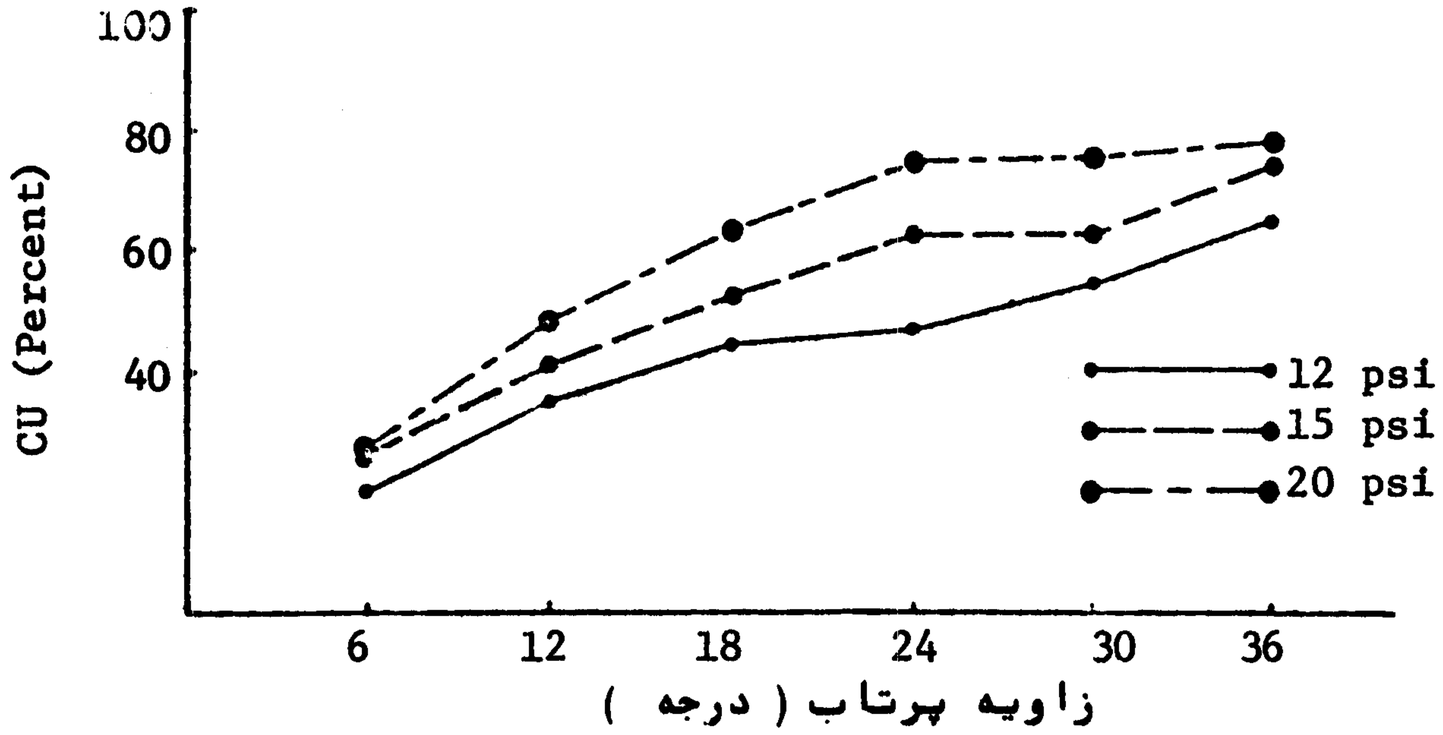
* یک پوند براینچ مربع = ۰/۰۶۹ آتمسفر

ب ـ کاهشی‌معادل ۲۵درصددرفشار اولیه ۲۰پوندبر اینچ مربع (تقلیل فشار از ۲۰ به ۱۵ پوندبراینچ مربع) باعث ایجادفقط ۶/۷ درصدکاهش درضریب یکنواختی شد در حالیکه‌کاهشی‌معادل ۲۰ درصد درفشار اولیه ۱۵ پوندبراینچ مربع(تقلیل فشار از ۱۵ به ۱۲ پوندبراینچ مربع)باعثکاهش ضریب یکنواختی بمیزان ۱۷/۷ درصدگردیده است .در طراحی آبیاری بارانی‌که‌با فشارمعمولی کار می‌کنند ،درنظرگرفتن ۲۰ درصداختلاف فشار درطول خط جانبی معمولا" مجاز می‌باشد .درطرحهائی که‌با فشارخیلی‌کم‌کار می‌کنند چنانچه‌آب پاشها با دقت انتخاب نشده‌باشند ،درنظرگرفتن۲۰درصد اختلاف فشار ممکن است باعث ایجادمشکلات جدی گردد .

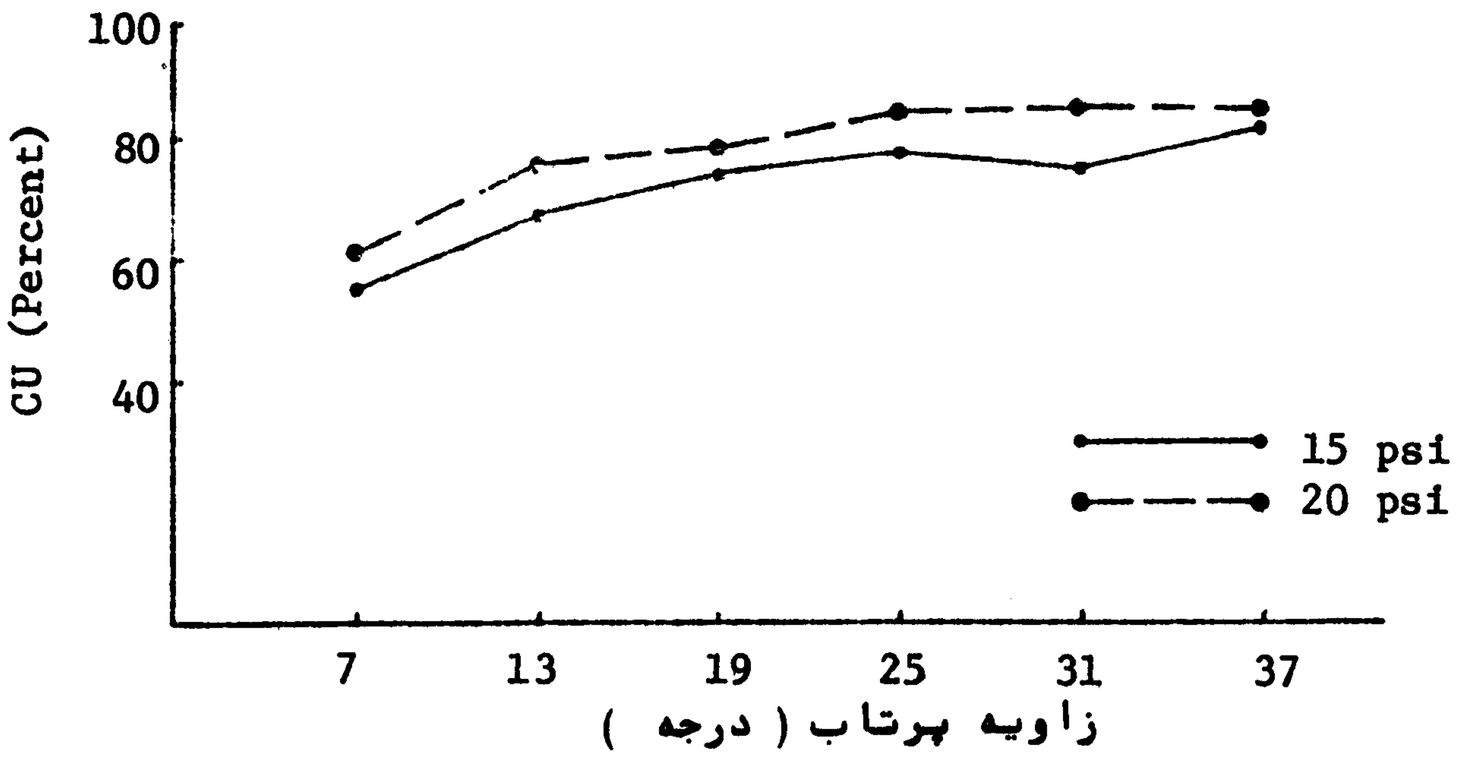
۲ـرابطه ضریب یکنواختی با فشاروزاویه پرتاب تحت شرایط بدون باد :

تغییرات ضریب یکنواختی درزوایای پرتاب مختلف ودرفواصل۴۰ فوت × ۴۰فوت (۱۲/۲متر×۱۲/۲متر) برای آب پاشهای نوع A و G وآب پاش نوع F به ترتیب دراشکال ۲ و۳ بعنوان مثال نشان داده شده است .از این دوشکل برمی‌آیدکه هرچه‌فشار بیشترباشد توزیع‌آب بهترصورت می‌گیرد .بعنوان

مثال باکاربرد رابطه (۲) مشخص میگرددکه در مورد آب پاشهای A و G هنگامیکه فشار از ۱۲ به ۱۵ پوندبراینچ‌مربع (۰/۸۳ به ۱/۰۳ آتمسفر) افزایش می‌یابد ،ضریب یکنواختی۱۸/۳درصدبالا رفته وموقعیکه فشار از۱۵به ۲۰پوندبراینچ‌مربع (۱/۰۳ به ۱/۳۷ آتمسفر)افزایش می‌یابد ،ضریب یکنواختی۱۱/۹درصدبطورمتوسط برای۹ترکیب‌فاصله (روی‌خطوط جانبی‌وبین‌آنها)افزایش‌پیدامی‌نماید.



شکل ۲ـ رابطه ضریب یکنواختی بازاویه پرتاب درآب‌پاشهای نوع A و G با فاصله ۴۰×۴۰فوت درشرایط بدون باد.



شکل ۳ـ رابطه ضریب یکنواختی بازاویه پرتاب درآب‌پاشهای نوع F با فاصله ۴۰×۴۰فوت در شرایط بدون باد.

آب پاش F نسبت به تغییرات فشار کمتر حساس بوده وهنگامیکه فشار از ۱۵ به ۲۰ پوند بر اینچ مربع (۱/۰۳ به ۱/۳۷ آتمسفر) افزایش می‌یابد، ضریب یکنواختی بطور متوسط ۸/۹ درصد بالا می‌رود.

بنظر می‌رسد که بالاتر بودن ضریب یکنواختی آب پاش F نسبت به آب پاشهای نوع A و G و همچنین حساسیت کمتر آن نسبت به تغییرات فشار معلول تفاوت آنها در شکل دهانه آب پاشها باشد. آب پاش F با شکل دهانه ای که قبلا" در مورد آن شرح داده شد، باعث پخش بهتر آب شده و در عوض قطر خیس شده کمتری دارد.

آب پاش G با زاویه پرتاب ۳۶ و آب پاش F با زاویه پرتاب ۳۷ درجه در شرایط بدون وزش باد، بیشترین ضرائب یکنواختی را حاصل نموده اند.

۳- نحوه بارندگی[1] آب پاشها با زوایای پرتاب مختلف در شرایط بدون وزش باد:

نحوه بارندگی آب پاشهای A و G با زوایای پرتاب مختلف تحت فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع (۱/۰۳ آتمسفر) در شکل شماره ۴ و همین منحنی ها برای آب پاش نوع F در همین شرایط در شکل ۵ ارائه گردیده است. بارش زیاد در دورترین نقطه پرتاب آب (محیط دایره خیس شونده) علت اصلی کاهش ضریب یکنواختی است. افزایش زاویه پرتاب تا ۳۶ درجه برای آب پاشهای A و G و ۳۷ درجه برای آب پاش F، باعث کاهش میزان بارش در کناره محیط دایره خیس شونده گردیده و در نتیجه ضریب یکنواختی را افزایش داده است.

۴- حداکثر فاصله پیشنهادی (روی خطوط جانبی و بین آنها) تحت شرایط بدون وزش باد:

در جدول ۲ حداکثر فاصله پیشنهادی آب پاش ها با زوایای پرتاب و فشارهای مختلف ارائه گردیده است. حداکثر فاصله پیشنهادی با دو ضابطه زیر بدست آمده است:

الف - فاصله روی خطوط جانبی و بین آنها از ۲۰ فوت در ۲۰ فوت (۶/۱ متر × ۶/۱ متر) کمتر نباشد.

ب - حداقل ضریب یکنواختی مساوی و یا بزرگتر از ۸۰ درصد باشد.

بطوریکه از جدول ۲ برمی‌آید در شرایط بدون باد، فواصل بین آب پاشها روی خطوط جانبی و فواصل بین خطوط جانبی هنگامیکه زاویه پرتاب بسمت حدود ۳۶ درجه میل می‌کند تقریبا "همان فواصلی است که در آبیاری بارانی با فشار متوسط و با زاویه پرتاب کمتر عایدمی‌شود.

۵- نتایج آزمایشات آب پاشهای A و G در شرایط وجود باد:

آزمایشات صحرائی در شرایط وجود باد در دو حد سرعت باد یعنی ۲ تا ۴ متر در ثانیه (۴/۴۷ تا ۸/۹۵ مایل در ساعت) و ۴ تا ۶ متر در ثانیه (۸/۹۵ تا ۱۳/۴۲ مایل در ساعت) بعمل آمده است. متوسط ضرایب یکنواختی برای زوایای پرتاب ۱۴، ۲۲ و ۳۰ درجه که در فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع (۱/۰۳ آتمسفر) بدست آمده، در جدول شماره ۳ ارائه گردیده است. بطوریکه از این جدول برمی‌آید ضریب یکنواختی عموما" با افزایش سرعت باد کاهش می‌یابد، لکن در برخی موارد وزش باد باعث

1- Precipitation pattern

اصلاح یکنواختی گردیده وضریب یکنواختی ازحالت بدون بادبیشتر می‌شود. بعبارت دیگر وزش باد بارش بیش ازحدرا درنواحی محیطی کاهش داده و نتیجتا" ضریب یکنواختی افزایش می‌یابد.

جدول۲- حداکثر فاصله پیشنهادی (روی خطوط جانبی و بین آنها) با زوایای پرتاب مختلف و فشارهای متفاوت تحت شرایط بدون وزش باد که ضریب یکنواختی مساوی یا بیش از ۸۰ درصد را بدست می‌دهد.

زوایای پرتاب (درجه)	حداکثر فاصله پیشنهادی (ft x ft)		
	۱۲ Psi	۱۵ Psi	۲۰ Psi
آب پاشهای A و G:			
۶	–	–	–
۱۲	–	–	۲۰×۲۰
۱۸	–	۲۰×۲۰	۲۰×۴۰
۲۴	–	۲۰×۴۰	۲۰×۵۰
۳۰	۲۰×۲۰	۲۰×۴۰	۲۰×۵۰
۳۶	۲۰×۲۰	۲۰×۵۰	۳۰×۵۰
آب پاش F:			
۷	–	–	–
۱۳	–	–	۳۰×۲۰
۱۹	۳۰×۳۰	–	۳۰×۴۰
۲۵	۳۰×۳۰	–	۴۰×۵۰
۳۱	۳۰×۴۰	–	۵۰×۵۰
۳۷	۴۰×۴۰	–	۵۰×۵۰

جدول ۳- متوسط ضریب یکنواختی آب پاشهای نوع A و G تحت فشار ۱۵ پوندبراینچ مربع (۱/۰۳ آتمسفر) با زوایای پرتاب مختلف درسرعت های متفاوت باد

سرعت باد	زاویه پرتاب (درجه)	۲۰×۲۰ (ftxft)	۲۰×۳۰ (ftxft)	۲۰×۴۰ (ftxft)	۲۰×۵۰ (ftxft)	۳۰×۳۰ (ftxft)	۳۰×۴۰ (ftxft)	۳۰×۵۰ (ftxft)	۴۰×۴۰ (ftxft)	۴۰×۵۰ (ftxft)
۰	۶	۶۸/۴	۴۱/۴	۴۶/۸	۳۶/۴	۴۴/۷	۳۲/۲	۲۱/۴	۲۶/۲	۱۷/۹
	۱۲	۷۱/۳	۶۵/۵	۵۷/۸	۵۷/۱	۵۳/۸	۴۹/۵	۴۴/۲	۴۰/۵	۳۰/۷
	۱۸	۸۱/۲	۷۳/۵	۷۲/۸	۶۶/۹	۶۴/۸	۶۱/۲	۴۶/۲	۵۱/۵	۵۶/۴
	۲۴	۸۷/۰	۶۹/۲	۸۴/۵	۷۲/۰	۵۹/۲	۶۷/۵	۵۷/۳	۶۱/۶	۵۴/۹
	۳۰	۸۹/۴	۶۹/۶	۸۳/۷	۷۵/۰	۵۶/۹	۶۸/۱	۶۲/۰	۶۲/۱	۵۰/۸
	۳۶	۹۳/۴	۷۸/۱	۸۲/۸	۸۵/۶	۷۳/۱	۷۳/۲	۷۷/۰	۷۳/۴	۶۵/۰
۲-۴متردرثانیه (۴/۴۷-۸/۹۵مایل درساعت)	۶	۷۲/۲	۶۵/۴	۶۳/۰	۴۳/۵	۵۲/۱	۴۸/۱	۳۴/۶	۴۶/۴	۲۸/۹
	۱۴	۹۱/۳	۸۲/۷	۷۹/۷	۵۶/۴	۸۰/۶	۷۳/۸	۵۳/۹	۶۸/۲	۴۷/۹
	۲۲	۸۸/۰	۷۳/۲	۷۲/۰	۵۷/۵	۷۸/۲	۶۸/۹	۵۵/۱	۶۰/۰	۴۸/۹
	۳۰	۹۳/۳	۸۷/۰	۸۶/۳	۸۱/۷	۸۲/۵	۸۱/۱	۷۶/۶	۷۸/۳	۷۴/۵
۴-۶متردرثانیه (۸/۹۵-۱۳/۴۲مایل درساعت)	۶	۷۰/۹	۶۸/۵	۵۷/۳	۲۴/۷	۵۲/۸	۴۶/۰	۲۷/۴	۳۸/۳	۱۷/۱
	۱۴	۹۰/۷	۸۱/۹	۷۸/۶	۵۴/۴	۸۱/۲	۷۱/۹	۵۱/۱	۶۳/۹	۴۲/۹
	۲۲	۸۷/۴	۸۳/۶	۷۲/۴	۵۷/۱	۸۰/۴	۷۰/۰	۵۵/۴	۶۱/۷	۴۹/۲
	۳۰	۹۰/۵	۸۵/۰	۷۴/۸	۶۸/۴	۸۰/۳	۷۳/۰	۶۶/۹	۶۵/۶	۵۷/۰

ضریب یکنواختی عموما " با تغییرزاویه پرتاب تا حدود ۲۲ درجه ،تغییرقابل ملاحظه ای نمی نماید ولی درآب پاش با زاویه ۳۰درجه ،سرعت زیاد باد باعث کاهش ضریب یکنواختی می گردد واین کاهش درفواصل زیاد آب پاشها ازیکدیگر شدیدتراست.

بحث

مهمترین عامل موثردرکاهش ضریب یکنواختی درآبیاری بارانی با فشارخیلی کم ،بارش زیادآب درنواحی محیط خیس شده است .افزایش فشاربتنهائی ویا باکمک افزایش زاویه پرتاب ،بارش زیادآب درنواحی محیطی راکاهش داده باعث افزایش ضریب یکنواختی می گردد (شکلهای ۴و۵).

اثرات فشاربشرح زیراست :

۱- هرچه فشارآب بیشتر باشد ،پخش[1] فوران آب بیشترگردیده ،شعاع خیس شده افزایش یافته ، قطرات باران ریزترشده ونحوه توزیع آب یکنواخت تر می گردد .دراین موارد ،نتایج حاصله تحت فشارخیلی کم آب بانتایج حاصله بوسیله اکثر کسانی که برروی فشارهای متوسط وزیادکارکرده اند مطابقت دارد.[کریستینسن (۴)،بیلانسکی وکیدر (۲) سگینر (۷) وکلر و همکاران(۵)].وقتی که زاویه پرتاب خیلی کم است ،فشار رل تعیین کننده داشته ومقدارضریب یکنواختی بسرعت با کاهش فشار نقصان می یابد .

۲- مقدار ۲۰درصد اختلاف فشاردرطول خط جانبی که معمولا"بعنوان یک ضابطهٔ کلی درطراحی آبیاری بارانی پذیرفته شده است درآبیاری با فشارخیلی کم ،چنانچه آب پاشها کاملا"متناسب انتخاب نگردیده باشند ،ممکن است به ایجاد مشکلات جدی بیانجامد (جدول۱).

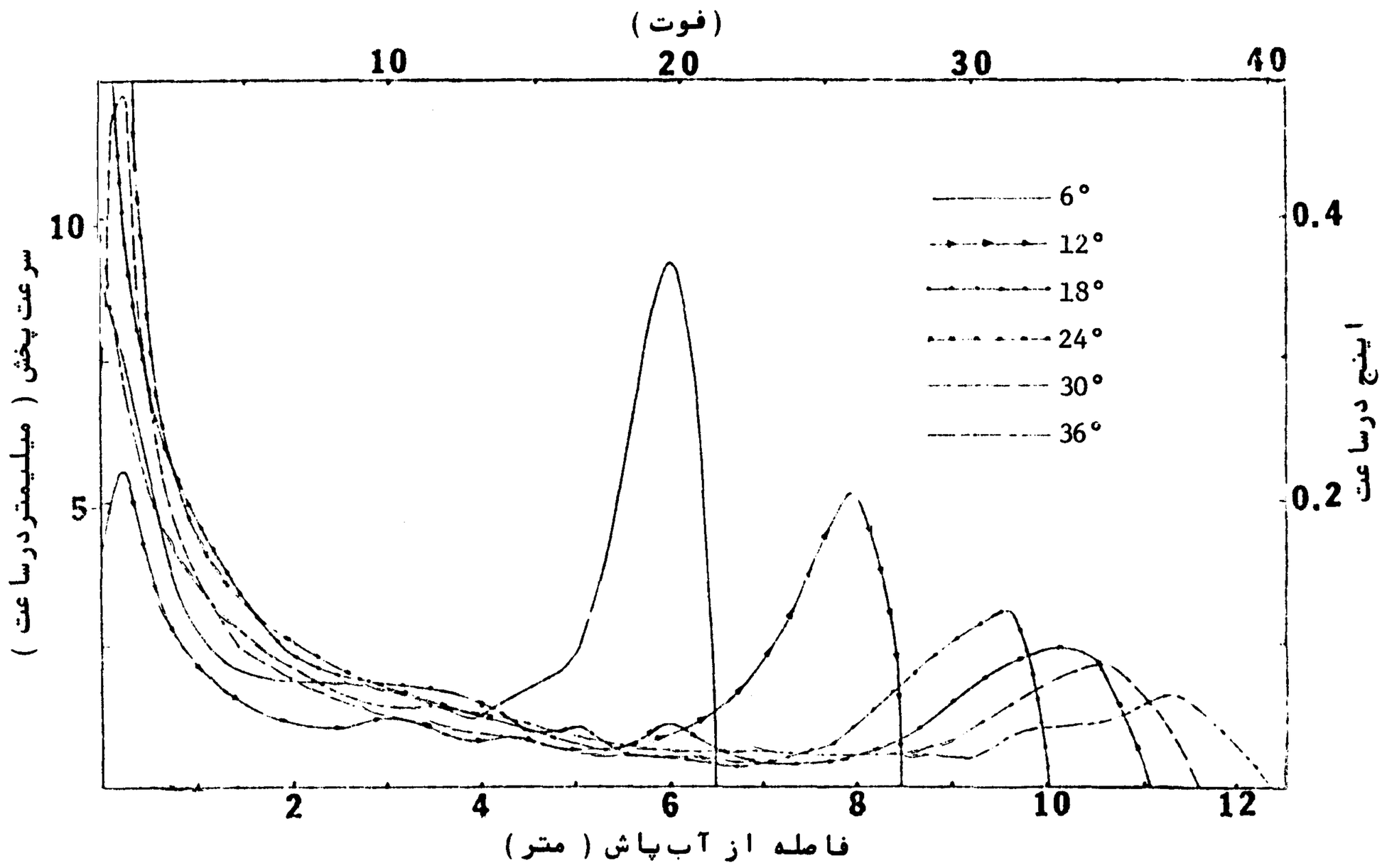
اثرات زاویه پرتاب بشرح زیرخلاصه می گردد :

۱- درشرایط بدون باد ،افزایش زاویهٔ پرتاب تا حدود ۳۶ درجه ، باعث کاهش مقداربارندگی درنواحی محیطی گردیده ودرنتیجه باعث اصلاح یکنواختی پخش آب می گردد . فاصله پیشنهادی بین آب پاشها وفاصله بین خطوط جانبی، با این زاویه پرتاب تقریبا"می توانند به بزرگی فواصلی باشدکه درآبیاری بارانی با فشارمتوسط درنظرگرفته می شود (جدول۲).

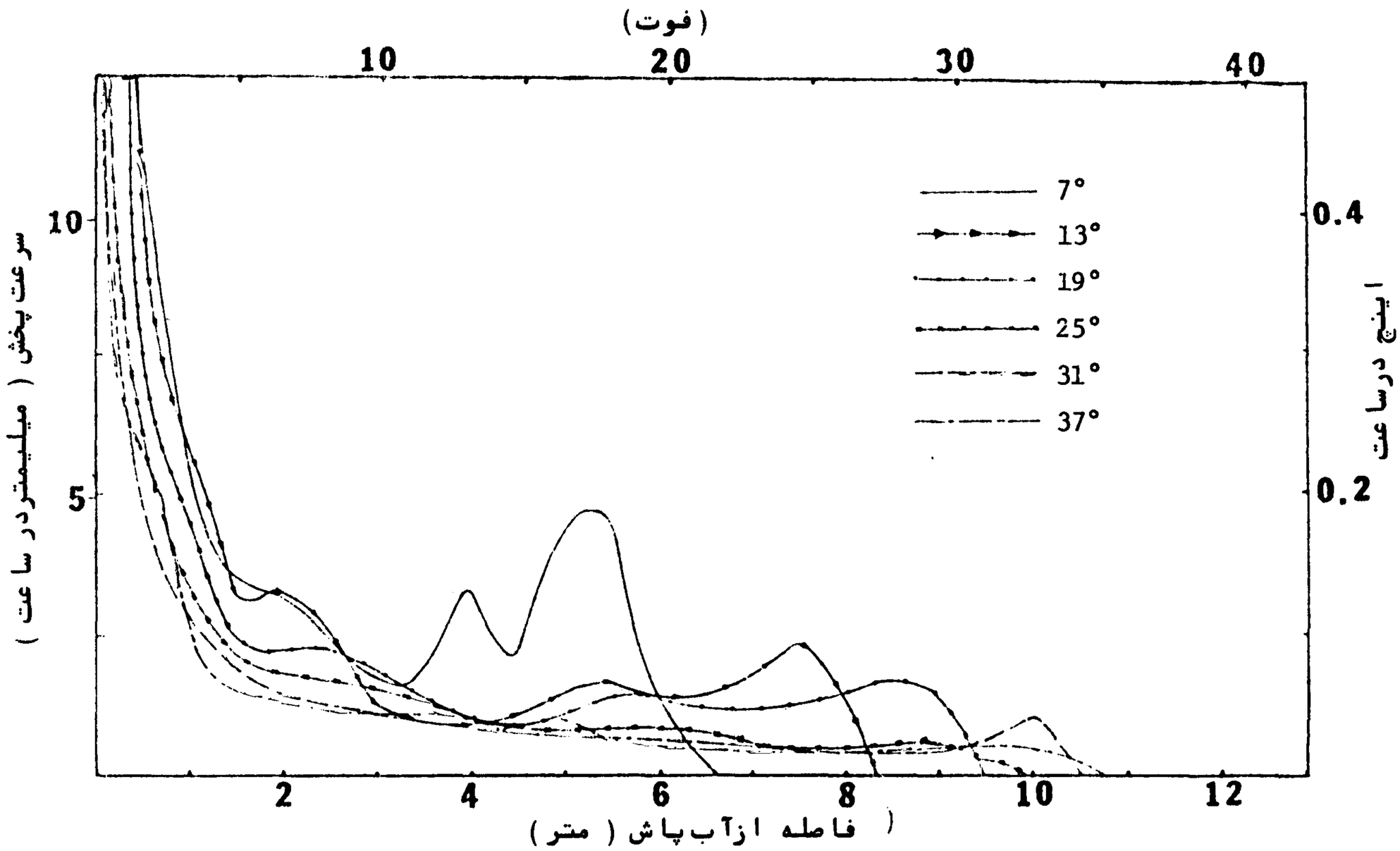
بعنوان مثال ،درآب پاشهای نوع A و G فواصل ۲۰ فوت در ۵۰ فوت (۶/۱متردر ۱۵/۲۵ متر) با فشار ۱۵ پوندبراینچ مربع (۱/۰۳ آتمسفر)و فواصل ۳۰ فوت در ۵۰ فوت(۹/۱۵ متردر ۱۵/۲۵ متر) با فشار ۲۰پوندبراینچ مربع (۱/۳۷آتمسفر) ضریب یکنواختی بیش از ۸۰درصدرا ایجاد می نمایند .همچنین درآب پاش نوع F نیز فواصل ۴۰فوت در ۴۰ فوت (۱۲/۲ متر در ۱۲/۲متر)،با فشار ۱۵ پوندبراینچ مربع (۱/۰۳ آتمسفر)و فواصل ۵۰فوت در ۵۰ فوت (۱۵/۲۵ متر در ۱۵/۲۵ متر)می توانند ضریب یکنواختی بیش از ۸۰درصدرا که معمولا" موردقبول اکثرطراحان است داشته باشند.

۲- درشرایط وزش باد با سرعت کم (۲تا ۴متر در ثانیه معادل ۴/۴۷ تا ۸/۹۵ مایل درساعت)، زاویه پرتاب حدود ۳۰درجه ،بالاترین ضریب

1- Jet breakup



شکل ۴ ـ نحوه بارندگی آب‌پاشهای A و G بازوایای مختلف‌در شرایط بدون بادوفشار ۱۵ psi



شکل ۵ ـ نحوه بارندگی آب‌پاش F بازوایای مختلف درشرایط بدون بادوفشار ۱۵ psi

یکنواختی را عایدنموده است (جدول۳).بعنوان مثال ضریب یکنواختی بطورمتوسط درفواصل محاسبه‌شده‌درزاویه‌پرتاب ۳۰درجه ۲۱/۰درصد بیشترازهمین ضریب درزاویه‌پرتاب ۲۲درجه بوده‌است .

۳ـ درشرایط وزش بادبا سرعت بیشتر (۴تا ۶ متر درثانیه معادل ۸/۹۵ تا ۱۳/۴۲مایل درساعت)، زاویه‌پرتاب ۳۰درجه یکنواختی‌بهتری راایجاد نموده لکن مقدارضریب یکنواختی‌با افزایش سرعت باد بسرعت کاهش می‌یابد . ضریب یکنواختی ،بخصوص درفواصل بیشتر ،بمیزان قابل توجهی کاهش می‌یابد . آزمایشات انجام شده مشخص ساخته‌است که تغییرات ضریب یکنواختی دراثر وزش باد باشدت متوسط در آب‌پاش با زاویه پرتاب ۲۲ درجه بمراتب کمتراز آب‌پاش بازاویهٔ ۳۰ درجه‌بوده‌است.

در وزش باد باسرعتهای بیشتر ممکن است بصلاح باشد که از آب‌پاشی با زاویه حدود ۲۲ درجه استفاده شود زیرادراینصورت تلفات بعلت تبخیر درانتقال ذرات بسیار ریز آب بوسیله بادنیزکاهش می‌یابد .

REFERENCES

1- Allred .D.H.1978.Very low pressure impact sprinkler performance with venturi and modified pin nozzles.M.S.thesis,Utah State University :10-50.

2- Bilanski,W.K.& E.H.Kidder.1958.Factors that affect the distribution coefficient. Transactions ASAE,Vol.1,(1) :19-28.

3- Burt,C.M. & J.Keller.1977.Very low pressure sprinkler irrigation.CID,Utah State University: 24 PP.

4- Christiansen,J.E.1942.Irrigation by sprinkling,Bulletin 670,University of California: 124 PP.

5- Keller,J.,A.W.McCulloch, R.M.Sherman & R.C.Mueller.1967.Ames irrigation handbook, W.R.Ames Company,Woodland,California: 184 PP

6- Pair,C.H.,W.W.Hinz,C.Reid & K.R.Frost.1975.Sprinkler irrigation,American Irrigation Association,Silver Spring,Maryland:615 PP.

7- Seginer,I.1963.Water distribution from medium pressure sprinklers.J.ASCE,Vol.89 (IR2):13-28.

Jet Angle and Very -Low-Pressure Sprinkler Performance [1]

M. AKRAM

Agricultural specialist , Agricultural Bank, Tehran, Iran.

Received for publication , March 10, 1984 .

ABSTRACT

The performance of several different Sprinklers with different trajectory jet angles operating at different very-low-pressure under no wind condition,were evaluated in terms of the uniformity coefficient.The angle of inclination of the risers on two of the better sprinklers were changed in order to simulate different trajectory angles.Tests were run at different pressures under no wind condition with 6 degree increments of trajectory angle.Finally,four different trajectory angles on one sprinkler were tested under wind conditions.

Under no wind condition, a trajectory angle about 36 degrees ,and in low and medium winds(2 to 6 m/sec or 4.47 to 13.42 mph)a trajectory angle about 30 degrees resulted in better uniformities.Higher wind speeds (> 6m/sec or 13.42 mph)caused a sharper decrease in the coefficient of uniformity,particularly for wider spacings.

1- The research was carried out under supervision and guidance of Dr.Jack Keller, Professor and Head,Department of Agricultural and Irrigation Engineering,Utah State University,Logan,Utah,U.S.A.