# سیستم کانالهای آبیاری

## ضوابط تعیین ظرفیت کانالها

مهندسین مشاور هارزا ـ فرمانفرمائیان

جیمز. دی ارلز ـ محمد مداح ـ جی. ئی ـ هاردی

### خلاصه

درمنطقه خوزستان مانند پروژه‌های آبیاری سایرمناطق ،مقیاس پیشنهادشده مالکیت زمین پس از اتمام ساختمان پروژه تأثیر قابل ملاحظه‌ای درضوابط تعیین ظرفیت سیستم کانالها دارد . باتوجه به‌تغییرات اخیر سیاست مالکیت ارضی در ایران( بوجودآمدن واحدهای کشت وصنعت درمناطق پروژه‌های آبیاری) لازم‌شدکه در ضوابط طرح پروژه آبیاری گتوند تجدیدنظر بعمل‌آید .

مطالعات توجیهی پروژه آبیاری گتوند در سال ۱۹۶۷ توسط شرکت مهندسی بین‌المللی‌هارزا انجام گرفته بود . درآنزمان سیاست جاری مبنی بر تقسیم اراضی پروژه‌ها به قطعات کوچک برای اجاره یاواگذاری به‌کشاورزان انفرادی بود وبرهمین‌اساس واحدهای‌زراعی ۱۰ هکتاری برای پروژه آبیاری گتوند درنظر گرفته شده بود . با در نظرگرفتن مزارع انفرادی کوچک، ضریب ۵۸درصد کشت محصول تابستانی برای تعیین حداکثر آب موردنیاز آبیاری بعنوان ضوابط‌تعیین ظرفیت سیستم کانالها برآورد گردید .

هنگام‌تهیه طرح نهائی پروژه آبیاری گتوند درسال ۱۹۷۱ ضوابط تعیین ظرفیت کانالها مورد تجدیدنظر قرارگرفت. بین سالهای ۱۹۶۷ و ۱۹۷۱ سیاست دولت درباره وضع مالکیت مزارع انفرادی تغییریافت ونوع اجاره و واگذاری زمین برای عملیات‌کشت وصنعت طی مراحل اولیه پروژه امکان پذیر گردید . دراین نوع عملیات ، میزان تراکم کشت تابستانی‌افزایش یافته واراضی ۱۰۰ هکتاری وبزرگتر از آن احتمالا صددرصدکشت خواهندگردید . درهرحال حتی با عملیات‌کشت وصنعت هم میزان تراکم کشت تابستانی در تمام ۴۰۰ر۰۰۰ هکتار اراضی پروژه بیش از ۸۵ درصد نخواهد بود . پیش‌بینی ۸۵ درصدتراکم کشت برای اراضی ۱۰۰ هکتاری یابزرگتر نیازمند به درنظرگرفتن ظرفیتی معادل ۱٫۵ لیتر در ثانیه برهرهکتار گردید .اگر تراکم کشت برای هرواحد ۱۰۰ هکتاری را ۱۰۰ درصد فرض کنیم ظرفیت لازم برای دریچه آبیاری ۲لیتر درثانیه برای‌هرهکتار خواهد بود .

همانطورکه دربالا توضیح داده شد ، تغییر روشهای مربوط به‌وضع مالکیت اراضی از مزارع کوچک به تأسیسات بزرگ کشت وصنعت ۵ تا ۱۵ هزارهکتاری ممکن‌است به ۳۵ درصد افزایش ظرفیت کانال و ۸۰ درصد افزایش‌ظرفیت دریچه‌های آبیاری نیاز داشته باشد . این امر بنوبه خود درمجموع احتیاجات آبی وهزینه پروژه مؤثر خواهد بود . البته افزایش‌وسعت سطح کشت ،تولید وسودپروژه را نیز افزایش میدهد. همچنین‌خصوصیات پروژه نیز ازقبیل‌تعداد واندازه دریچه‌های آبیاری اندازه ومحل کانالهای درجه ۲ وغیره باتوجه به‌وضع مالکیت‌وتوسعه واحدهای زراعی‌تغییرمی‌یابد.

* Turnout

## مقدمه

احتیاجات دوره حداکثر انتقال آب به مزارع بوسیله آبیاری بستگی به‌عوامل متعددی دارد ازقبیل ، ۱) وسعت اراضی که برای کشت هریک از محصولات اختصاص داده میشوند ، ۲) تبخیر وتعریق مورد نیاز محصولات مزبور تحت شرایط جوی‌موجود درمنطقه ،۳) راندمان آبیاری مزرعه و ٤) سایرعوامل مانند کیفیت آب یا آب‌اضافی موردنیاز جهت شستشوی نمکهای موجود درخاك .

انواع محصولات کشت شده و تراکم آنها دریک پروژه متشکل از مزارع انفرادی با آنچه که در یک پروژه یکپارچه وجود دارد متفاوت است . این تفاوت ناشی از اینست که فصل رشدمحصولات مزارع انفرادی بایستی با نوع محصولاتیکه کاشته میشوند سازش داشته باشد تا بدانوسیله از اختلال دراستفاده از مزارع وتراکم کار جلوگیری بعمل آمده ومدت کافی برای برداشت هریک ازمحصولات واحداث خزانه وآماده کردن زمین برای کشت محصول دیگر وجود داشته‌باشد .درصورتیکه این مشکل درپروژه‌هائیکه در مقیاسهای وسیع کشت میشوند بواسطه موجودبودن امکانات وسیع ونیروی کارگر وکشت هریک از محصولات درسطح زیاد ، وجود ندارد توزیع و تراکم کشت یک نوع محصول در یک برنامه زراعی تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد مانند ،۱) مناسب‌بودن زمین وشرایط جوی‌برای محصولات مختلف ، ۲) عوایدی که کشاورز میتواند ازکشت هر محصول انتظار داشته باشد ، ۳) تمایل و تجربه کشاورزان در کشت محصولات گوناگون و ٤) وسعت ونوع عملیات زراعی .

برآورد تبخیر وتعریق طی دوره حداکثر مصرف‌آب طبق برنامه زراعی موردنظر در تعیین حداقل ظرفیت لازمه کانالهای اصلی ودرجه ۲وسایر تجهیزات آبرسانی وتأسیسات کنترل کننده مورداستفاده قرارمیگیرد . در طرح پروژه‌های آبیاری دوره حداکثر مصرف‌آب مدتیست که طی آن معدل وزنی روزانه تبخیر وتعریق محصولات گوناگون که درمنطقه پروژه کشت شده‌اند درحداکثر میباشد . دوره‌حداکثر مصرف‌آب محصولات مختلف ممکن است در زمانهای مختلف قرار گیرد . بدینجهت ممکن است بعضی ازمحصولات طی‌دوره حداکثر مصرف‌آب که‌دراین پروژه در نظر گرفته شده بمیزان حداکثر مصرف خودآب مصرف نکنند . در حقیقت بعضی ازمحصولات حتی ممکن است دراین دوره رشد نکرده باشند .

عواملیکه در راندمان آبیاری مزرعه دخالت دارند عبارتند از خاك منطقه و روشهای آبیاری . مطالعات‌آبیاری که‌توسط اداره کشاورزی ایالات‌متحده آمریکا باهمکاری ایستگاههای‌تحقیقاتی ایالتی جنوب غربی ایالات‌متحده بخصوص کالیفرنیاونیومکزیکو درمورد راندمان آبیاری انجام‌شده ، تلفات آبیاری رادرخاکهائی بابافت‌متوسط (۱)بشرح زیر نشان میدهد :

تلفات نفوذ عمیق ۱۰ تا ۱۵ درصد

تلفات جریانهای سطحی ۱۵ تا ۲۰ درصد

علاوه براین تلفات ،روش مصرف در تلفات ناشی از تبخیر ، هدر رفتن ونشت‌آب در نهرهای آبیاری مزارع تأثیر دارد . نتایج آزمایشهای تحقیقاتی ایالات‌متحده‌آمریکا در آبیاری بطریق نشتی وکرتی بامرزبندی ونهرچه‌های پوشش نشده مزارع ، تلفات ناشی ازتبخیر ، هدر رفتن ونشت درنهرچه‌ها را از ۱۰ تا ۱۵ درصد نشان میدهد که طبق آن‌قدرت راندمان آبیاری مزرعه‌ممکن است از ۵۰ تا ٦۵ درصد برحسب شرایط واقعی عملیات تغییر کند .

## شرح پروژه آبیاری گتوند

منطقه پروژه آبیاری گتوند درقسمت شمالی دشتهای خوزستان در ناحیه‌ایکه رودخانه کارون ازکوهستانها سرازیر میشود واقع گردیده است . این منطقه شامل ۴۰۰٫۰۰۰ هکتار زمین است که بیشتر آن در حال حاضر بصورت دیم کشت

---

۱ــ بافت خاك منطقه پروژه عموماً نسبتاً سنگین و از نوع Silty clay loam میباشد .

میشود . دربخش عقیلی بمقدار محدودی از روشهای آبیاری استفاده میشود .

مطالعات وگزارشهائیکه به مرحله طرح پروژه آبیاری گتوند منتهی گردیده‌اند بقرارزیرمیباشند :

در سال ۱۹٤۰ بنگاه مستقل آبیاری کشور یک سد انحرافی برای آبیاری ثقلی منطقه گتوند پیشنهاد نمود . یک بررسی نیمه‌تفصیلی ازخاك وطبقه‌بندی اراضی منطقه گتوند وعقیلی توسط بنگاه مذکور در سال ۱۹۵۰ تحت نظارت سازمان خواربار و کشاورزی سازمان ملل‌متحد صورت گرفت .

در سال ۱۹۵٦ سازمان برنامه ایران قراردادی باشرکت عمران ومنابع برای مدیریت ونظارت پروژه‌گتوندمنعقد نمود که شامل مطالعات بمنظور شناخت قابلیت عمرانی تقریباً ۵۷٫۰۰۰ هکتار اراضی واقع درگتوند ، دیمچه، شعیبیه وعقیلی بود . جنبه‌های آبیاری توسط مهندسین مشاور جستین و کورتنی مورد مطالعه قرارگرفت . (۱)

طی‌سال ۱۹٦٦ پروژه بررسی منابع سازمان آب‌وبرق خوزستان ، بررسی آزمایشی استفاده از زمین وتولید محصول کشاورزی برروی زمینهای واقع درکرانه‌های رودخانه کارون بین‌گتوند وخرمشهر را بانجام رسانید . (۲)

در سال ۱۹٦۵ وزارت آب‌وبرق قراردادی باشرکت مهندسی بین‌المللی هارزا منعقد نمود که عملیات شناسائی ومطالعات توجیهی پروژه‌های واقع درحوضه رودخانه‌های کارون و مارون را انجام دهد . درمرحله شناسائی در سال ۱۹٦٦ مطالعاتی برای ارزیابی ظرفیت واستعداد منابع زمینهای حوضه کارون بمنظور آبادانی کامل و انتخاب مناسبترین منطقه برای یک پروژه مقدماتی بعنوان اولین قدم از یک برنامه آبادانی طویل‌المدت انجام گرفت. (۳)

طی‌سال ۱۹٦۷ مطالعات درمرحله توجیهی توسط شرکت مهندسی بین‌المللی هارزا برای تدوین یک برنامه‌آبیاری وزهکشی جهت پروژه آبیاری گتوند وبررسی امکانات مالی واقتصادی پروژه انجام گرفت . (٤)

نقشه کلی پروژه پیشنهادی گتوند ( همانطورکه درگزارش توجیهی تسلیم شده‌است ) در جدول شماره ۱ نشان داده‌میشود . خصوصیات مختلف پروژه‌شامل آبیاری وزهکشی منطقه‌ایست بوسعت ۳۸۰٫۰۰۰ هکتار که در کرانه‌های رودخانه کارون درنواحی گتوند ، عقیلی ، ودیمچه واقع‌شده‌است . این پروژه علاوه بر تأسیسات انحرافی ، کانالهای‌اصلی وراههای دست‌یابی شامل تلمبه‌خانه‌ها ، کانالهای درجه ۲ ، سیستمهای زهکشی سطحی وزیرزمینی وتوسعه شبکه آبیاری داخل مزارع میباشد .

## تراکم سطح کشت

انواع محصول ومیزان تراکم کشت مزارع کوچک انفرادی ومزارع پروژه‌های بزرگ همانطورکه‌قبلا گفته شد تحت‌تأثیر عوامل متعددی قراردارند . درموردطرح سیستمهای آبیاری ، تأثیر وسعت ونوع عملیات کشاورزی برروی محصولات مختلف احتمالا مهمترین عامل است . برای‌مثال ، کشاورزان منفرد بامزارع ۱۰ یا ۱۵ هکتاری ، محصولات متنوعی درمزارع خود کشت میکنند تاافشارکار تقسیم شود و در صورت تلف‌شدن یک محصول از زیان کلی احترازشده باشد . دراین نوع عملیات ،تمام‌زمین دریک زمان زیرکشت نمیرود ومحصولات متنوعی دریک واحد ۱۰۰ هکتاری کاشته میشود . ولی در روشهای کشت وصنعت بمقیاس ۱۰٫۰۰۰ یا ۱۵٫۰۰۰ هکتارکه دارای واحدهای وسیع ۱۰۰ هکتار یا بزرگتر ازآن میباشد ، مبادرت بکشت یک‌نوع محصول درهریک ازاین واحدها وبهره‌برداری صددرصد ازآنها درفصل کشت خواهد شد .

---

(۱) گزارش مقدماتی پروژه‌گتوند ـ از مهندسین مشاور جستین‌اند کورتنی ،ژوئیه ۱۹۵۸

(۲) استفاده از زمین و تولید محصولات کشاورزی درخوزستان ـ از پروژه بررسی منابع سازمان آب‌وبرق خوزستان، ژانویه ۱۹٦۷

(۳) گزارش مقدماتی عمران رودخانه کارون وگزارش مخصوص پیشرفت مطالعات رودخانه کارون ـ ازشرکت مهندسی بین‌المللی هارزا ـ به ۱۹٦۷

(٤) اولین گزارش توجیهی پروژه رودخانه کارون ، جلدسوم ـ آبیاری ، ازشرکت مهندسی بین‌المللی هارزا، ژانویه ۱۹٦۸

درایران حداکثر مصرف‌آب‌گیاه وبهمین ترتیب حداکثر آب‌آبیاری مصادف باماههای تابستان‌است . باین‌دلیل فقط برنامه زراعی تابستانی ومیزان تراکم کشت محصول درفصل تابستان دراین بحث گنجانیده شده‌است .

## مطالعه توجیهی تراکم سطح کشت

طی‌سال ۱۹۶۷ هنگامیکه مطالعات توجیهی پروژه آبیاری گتوند در دست تهیه بود ، سیاست دولت ایران درمورد وضع مالکیت ارضی مبنی برتقسیم اراضی پروژه به‌واحدهای زراعی کوچک برای عملیات کشاورزی انفرادی بود. براساس این‌سیاست وتجزیه وتحلیلهای اقتصادی درباره وسعت مزارع ،واحدهای ۱۰ هکتاری برای پروژه پیشنهادگردید .

نحوه عملیات آبیاری وکشاورزی جاری در ناحیه عقیلی اساس مطالعه وپیشنهاد انواع محصول و تراکم کشت محصولات برای واحدهای زراعی بوده است .بیشتر اراضی این‌ناحیه‌بصورت واحدهای کوچک کشت شده و درآنها در حال‌حاضر از روشهای آبیاری استفاده میشود . ولی حتی اگر مقدار آب کافی درماههای تابستان نیز در دسترس باشد ، میزان تراکم کشت محصولات معمولا درحدود ۳۰ درصد خواهد بود . این میزان تراکم ناچیز احتمالا ناشی‌از پیروی از روشهائیست که از نسلی به نسل دیگر منتقل شده است . همچنین گرمای شدید منطقه در فصل تابستان بطور قطع عامل مؤثریست .

تراکم کشت محصول ،پس از اتمام هرپروژه قطعاً افزایش می‌یابد مخصوصاً اگر فعالیت و امکانات کافی برای توسعه آن بعمل آمده‌باشد . درهرحال روشهای جاری تأثیر قاطعی برروی هرگونه عملیات آتی خواهند داشت . براساس اطلاعات فوق ، باتوسعه پروژه، بطوریکه در جدول ۱ نشان داده میشود ، افزایش تراکم کشت محصولات تابستانی در حدود صددرصد پیش‌بینی گردیده است .

جدول ۱

انواع محصولات وتراکم سطح کشت

(برحسب درصدمساحت قابل‌آبیاری)

| محصول | فصل تابستان |
|---|---|
| دانه‌های روغنی | ۵ |
| ذرت‌خوشه‌ای | ۱۵ |
| پنبه | ۱۰ |
| یونجه | ۲۰ |
| میوه، سبزیجات وغیره | ۸ |
| تراکم کشت | ۵۸ |

## مطالعه طرح تراکم سطح کشت

طرحهای‌نهائی‌پروژه آبیاری گتوند در سال۱۹۷۱ تهیه‌گردید .بین سالهای ۱۹۶۷ تا ۱۹۷۱ مخصوصاً طی مراحل اولیه پروژه تغییراتی درسیاست دولت درباره وضع مالکیت اراضی بوقوع پیوست . بمناسبت این تغییرات انواع محصولات وتراکم کشت‌پیشنهاد شده مورد تجدیدنظر قرارگرفت .

با مقررات جدید مالکیت ارضی ، طی اولین سالهای تهیه پروژه نوع عملیات کشت وصنعت میسر گردید . با عملیات کشت وصنعت (واحدهای ۵ تا ۱۵ هزارهکتاری) انواع محصولات وتراکم کشت در واحدهای ۱۰۰ یا ۲۰۰ هکتاری تغییرفاحشی نسبت به‌واحدهای ۱۰ هکتاری خواهند داشت. در واحدهای ۱۰۰ هکتاری یا کوچکتر ،تراکم کشت بطورقطعی ۱۰۰ درصد خواهد بود زیرا از تمام قطعه فقط برای کشت یکنوع محصول استفاده میشود .بطورکلی درتمام‌پروژه ۸۵ درصدتراکم کشت یک‌برآورد منطقی خواهدبود .

براساس عملیات کشت‌وصنعت انواع محصول که درجدول ۲ نشان‌داده شده برای منطقه پروژه درنظرگرفته‌شده‌اند:

جدول ۲

انواع محصولات وتراکم سطح کشت

(برحسب درصدمساحت قابل‌آبیاری)

| محصول | فصل تابستان |
|---|---|
| برنج | ۱۰ |
| دانه‌های روغنی | ۱۰ |
| ذرت خوشه‌ای | ۲۰ |
| پنبه | ۱۰ |
| یونجه | ۲۵ |
| میوه ،سبزیجات وغیره | ۱۰ |
| تراکم کشت | ۸۵ |

## دوره حداکثر احتیاجات آب

منظور ازسیستم توزیع آبیاری، رسانیدن آب بمحصول درموقعیست که محصول بآن‌احتیاج دارد وبمقداریکه ناحیه ریشه‌را تاعمق‌مورد لزوم پرکند. بنابراین‌واضح است که‌طرح‌سیستم ازنقطه مصرف آب شروع وتدریجاً به‌شبکه کانالهای بزرگتر تاسنبع آب ادامه می‌یابد.

ظرفیت یک کانال بایستی باندازه‌ای باشد که بافرض جریان دائمی‌آب درکانال ، حداکثر آب مورد نیاز محصولات پیشنهاد شده‌طی مدت کوتاه تقاضا تأمین‌گردد. ولی آبرسانی به‌یک مزرعه بطور دائم بمقداریکه محصول در دوره‌حداکثر احتیاج آنرا مصرف میکند نامطلوب بوده واقتصادی نیست . آب باید درفواصلی بمحصول رسانیده‌شود که رطوبت خاك ثابت نگهداشته شود .

محصولات طی‌دوره رشد خود آب را بمیزان ثابتی مصرف نمیکنند .مقدار مصرف آب با شرایط‌جوی درطول‌فصل، بانوع گیاه ومرحله رشدآن تغییر میکند . حداقل زمان لازم بین فواصل آبیاری مورد نیاز موقعیست که دوره حداکثر مصرف‌آب گیاه باشرایط نامناسب‌جوی ازقبیل گرمای شدید ، باد ، رطوبت کم یاتلفیق همه این عوامل همزمان میشود. خاکهائیکه ظرفیت زیادی برای نگهداری رطوبت قابل‌استفاده گیاه‌دارند تأثیر این دوره‌های کوتاه رادر عملکرد محصول به‌حداقل میرسانند .

## مطالعه توجیهی دوره حداکثر احتیاجات آب

دوره حداکثر مصرف ماهانه تعریق وتبخیر درپروژه آبیاری گتوند در مردادماه است. احتیاجات دوره حداکثر مصرف‌آبی‌تعریق وتبخیر بااستفاده ازاحتیاجات مصرفی محاسبه شده‌برای ماه‌مرداد ومطالعه تراکم کشت (جدول ۱) برآورد شده است.نتایج برآورد درجدول ۳ نشان داده شده. به‌رقم ۹۰ر. لیتر درثانیه برای‌هرهکتار ـاحتیاجات‌آبیاری مزارع درحدود ۱۵ درصد اضافه‌گردیده است تاتلفات آبرسانی به‌واحدهای ۱۰۰ هکتاری جبران شده باشد. در نتیجه این امر ظرفیت دریچه‌آبیاری که برای ۸۵ درصدتراکم کشت تابستانی پیشنهاد شده بود ، نیازمند به ظرفیتی معادل ۱۰ر۱ لیتر درثانیه برای هرهکتار گردید (بافرض اینکه دریچه‌آبیاری به‌واحدهای ۱۰۰ هکتاری آب برساند) .

## مطالعه طرح دوره حداکثر احتیاجات آب

احتیاجات دوره حداکثر مصرف‌آب بااستفاده ازاحتیاجات محاسبه شده برای مصرف مردادماه ومطالعه طرح‌تراکم سطح کشت (جدول۲) برآورد گردیده است . نتایج برآورد مذکور درجدول ٤ نشان داده شده است . ٤٥ر۱ درثانیه برای هرهکتار احتیاجات آبیاری مزارع فقط برای مناطق بزرگتر از ۱۰۰۰ هکتار در نظرگرفته شده بود زیرا مناطق کوچکتر نیز میتوانند تا ۱۰۰ درصد تراکم کشت داشته باشند . برای مناطقیکه ۱۰۰ درصد تراکم محصول داشته‌باشند احتیاجات آبیاری مزرعه‌ای ۷۷ر۱ لیتر درثانیه برای‌هرهکتار برآورد شده بود (به‌جدول ٥ مراجعه شود) .

جـدول ۳

مـطـالـعـه توجیهـی

احتیـاجات آبی دوره حداکثرمصرف (۱)

| (۱) | (۲) | (۳) | (۴) | (۵) | (۶) | (۷) | (۸) | (۹) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مـاه ـ نوع محصول | درصد سطح کشت | مصرف آب خالص آبیاری (I) (۲) میلیمتر | مصـرف ماهانه تعریق‌وتبخیر ($U_m$) میلیمتر | تعریق‌وتبخیر در دوره حداکثرمصرف (۳) ($U_p$) میلیمتر در روز | فاصله آبیاری در دوره حداکثرمصرف (۵) : (۳) روز | معدل وزنی تعریق وتبخیر در دوره حداکثرمصرف (۵) × (۲) میلیمتر در روز | احتیاجات آبیاری درمزرعه طی دوره حداکثرمصرف (۴) میلیمتر در روز | احتیاجات آبیاری درمزرعه طی دوره حداکثرمصرف (۴) لیتر در ثانیه برای هرهکتار |
| مرداد | | | | | | | | |
| ذرت خوشه ای | ۱۵ | ۱۰۲ | ۲۸۵ | ۱۰ر۶ | ۱۰ | ۱ر۶۰ | ۲ر۹۱ | |
| دانه های روغنی | ۵ | ۱۰۲ | ۲۸۵ | ۱۰ر۶ | ۱۰ | ۰ر۵۳ | ۰ر۹۶ | |
| پنبـه | ۱۰ | ۱۲۷ | ۲۶۹ | ۹ر۷ | ۱۳ | ۰ر۹۷ | ۱ر۷۷ | |
| سبزیجات | ۸ | ۱۰۲ | ۱۷۳ | ۶ر۲ | ۱۶ | ۰ر۵۰ | ۰ر۹۱ | |
| یونجـه | ۲۰ | ۱۲۷ | ۲۴۴ | ۸ر۸ | ۱۴ | ۱ر۷۶ | ۱ر۶۰ (۵) | |
| | ۵۸ | | | | | | ۸ر۱۵ | ۰ر۹۵ |

۱) روش مورد استفاده درتعیین میزان تعریق و تبخیردردوره حداکثرمصرف طبق نشریه فنی شماره ۲۱ اداره حفاظت خاك وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا میباشد .

۲) برابر ٪ ذخیره منطقه ریشه میباشد .

۳) با استفاده از ستونهای (۳) و (۴) وبکاربردن رابطه $U_p = ۰ر۰۳۴\ U_m^{۱ر۰۹} \times I^{۰ر۰۹-}$ بدست آمده است.

۴) با استفاده از راندمان آبیاری درمزرعه برابر ۵۵ درصد برای تمام محصولات بدست آمده است.

۵) فرض شده که درماههای تیرومرداد رطوبت کمتری دراختیاریونجه گذارده شودتا درحالت غیرفعال که برای جلوگیری از زیانهای حاصله ازآب گرم و مبارزه با علفهای هرزه لازمست قرارگیرد .

جـدول ٤

## مـطـالعـه توجیهـی
### احتیاجـات آبی دوره حداکثرمصرف (۱)

| (۱) | (۲) | (۳) | (٤) | (٥) | (٦) | (۷) | (۸) | (۹) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مـاه ــ نوع محصول | درصد سطح کشت | مصرف آب خالص آبیاری (I) (۲) میلیمتر | مصـرف ماهانه تعریق‌وتبخیر $(U_m)$ میلیمتر | تعریق وتبخیر در دوره حداکثرمصرف (۳) $(U_p)$ میلیمتر در روز | فاصله آبیاری در دوره حداکثرمصرف (٥) : (۳) روز | معدل وزنی تعریق وتبخیر در دوره حداکثرمصرف (٥) × (۲) میلیمتر در روز | احتیاجات آبیاری در مزرعه طی دوره حداکثر مصرف (٤) میلیمتر در روز | احتیاجات آبیاری در مزرعه طی دوره حداکثر مصرف (٤) لیتر در ثانیه برای هر هکتار |
| مرداد | | | | | | | | |
| برنج | ۱۰ | ۱۰۲ | ۲۷۲ | ۱۰ر۰ | ۱۰ | ۱ر۰۰ | ۱ر۸۲ | |
| ذرت خوشه ای | ۲۰ | ۱۰۲ | ۲۸۵ | ۱۰ر٦ | ۱۰ | ۲ر۱۲ | ۳ر۸٦ | |
| دانه های روغنی | ۱۰ | ۱۰۲ | ۲۸۵ | ۱۰ر٦ | ۱۰ | ۱ر۰٦ | ۱ر۹۸ | |
| پنبـه | ۱۰ | ۱۲۷ | ۲٦۹ | ۹ر۷ | ۱۳ | ۰ر۹۷ | ۱ر۷۷ | |
| سبزیجات | ۱۰ | ۱۰۲ | ۱۷۳ | ٦ر۲ | ۱٦ | ۰ر٦۲ | ۱ر۱۳ | |
| یونجه | ۲٥ | ۱۲۷ | ۲٤٤ | ۸ر۸ | ۱٤ | ۰ر۷۳ | ۲ر۰۰ (٥) | |
| | ۸٥ | | | | | | ۱۲ر٥٦ | ۱ر٤٥ |

(۱) روش مورد استفاده در تعیین تعریق و تبخیر در دوره حداکثرمصرف طبق نشریه فنی شماره ۲۱ اداره حفاظت خاك وزارت کشاورزی ایالات متحده میباشد.

(۲) برابر ½ ذخیره منطقه ریشه میباشد.

(۳) با استفاده از ستونهای (۳) و (٤) وبکاربردن رابطه $U_p = ۰ر۰۳٤\ U_m^{۱ر۰۹ - ۰ر۰۹ \times I}$ بدست آمده است.

(٤) با استفاده از راندمانهای آبیاری در مزرعه بابرابر ٥٥ درصد برای تمام محصولات بدست آمده است.

(٥) فرض شده که در ماههای تیر ومرداد رطوبت کمتری در اختیار یونجه گذاشته شود تا در حالت غیرفعال که برای جلوگیری از زیانهای حاصله از آب گرم و مبارزه با علفهای هرزه لازمست قرارگیرد.

جدول ۵

## مطالعه توجیهی
## احتیاجات آبی دوره حداکثرمصرف (۱)

| (۱) | (۲) | (۳) | (۴) | (۵) | (۶) | (۷) | (۸) | (۹) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ماه ـ نوع محصول | سطح کشت درصد | مصرف آب خالص آبیاری (I) (۲) میلیمتر | مصرف ماهانه تعریق‌وتبخیر $(U_m)$ میلیمتر | تعریق‌وتبخیر در دوره حداکثرمصرف (۳) $(U_p)$ میلیمتر در روز | فاصله آبیاری در دوره حداکثرمصرف (۵) : (۳) روز | معدل وزنی تعریق وتبخیر در دوره حداکثرمصرف (۵)×(۲) میلیمتر در روز | احتیاجات آبیاری در مزرعه طی دوره حداکثرمصرف (۴) میلیمتر در روز | لیتر در ثانیه برای هرهکتار |
| **مرداد** | | | | | | | | |
| برنج | ۱۰ | ۱۰۲ | ۲۷۲ | ۱۰ر۰ | ۱۰ | ۱ر۰۰ | ۱ر۸۲ | |
| ذرت خوشه ای | ۲۵ | ۱۰۲ | ۲۸۵ | ۱۰ر۶ | ۱۰ | ۲ر۶۵ | ۴ر۸۱ | |
| دانه های روغنی | ۱۵ | ۱۰۲ | ۲۸۵ | ۱۰ر۶ | ۱۰ | ۱ر۵۹ | ۲ر۸۹ | |
| پنبه | ۱۵ | ۱۲۷ | ۲۶۹ | ۹ر۷ | ۱۳ | ۱ر۴۶ | ۲ر۶۶ | |
| سبزیجات | ۱۰ | ۱۰۲ | ۱۷۳ | ۶ر۲ | ۶ | ۰ر۶۲ | ۱ر۱۳ | |
| یونجه | ۲۵ | ۱۲۷ | ۲۴۴ | ۸ر۸ | — | ۰ر۷۳ | ۲ر۰۰ (۵) | |
| | ۱۰۰ | | | | | ۸ر۰۵ | ۱۵ر۳۱ | ۷۷ر۱ |

(۱) روش مورد استفاده درتعیین میزان تعریق و تبخیر در دوره حداکثرمصرف طبق نشریه فنی شماره ۲۱ اداره حفاظت خاك وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا میباشد .

(۲) برابر ٪ ذخیره منطقه ریشه میباشد .

(۳) با استفاده از ستونهای (۳) و (۴) وبکاربردن رابطه $U_p = \frac{۰ر۰۹ - ۱ر۰۹}{I} \times ۰ر۰۳۴ U_m$ بدست آمده است.

(۴) با استفاده از راندمان آبیاری درمزرعه برابر ۵۵ درصد برای تمام محصولات بدست آمده است.

(۵) فرض شده که درماههای تیر ومرداد رطوبت کمتری دراختیار یونجه گذاشته شود تادرحالت غیرفعال که برای جلوگیری از زیانهای حاصله از آب گرم و مبارزه با علفهای هرزه لازمست قرارگیرد .

## ضوابط تعیین ظرفیت کانال

سیستم کانالهای آبیاری اصلی و درجه دوم پروژه آبیاری گتوند برای تحویل آب به واحدهای ۱۰۰۰ هکتاری طرح میشود . بافرض استفاده از روشهای دوره‌ای (۵) عملیات آبیاری درواحدهای ۱۰۰۰ هکتاری ، ظرفیت لازم دریچه‌های آبیاری به‌واحدها معادل احتیاجات‌آبیاری‌مزارع خواهد بود . علاوه براین‌برای اطمینان بیشتر بمنظور جبران نقائص‌طرز کار دستگاهها و بکاربردن آنها ، ظرفیت دریچه‌های آبیاری معمولا ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش می‌یابد .

براساس مطالب فوق ، ظرفیتهای زیر برای دریچه‌های آبیاری به‌واحدهای ۱۰۰۰ هکتاری بدست آمده‌است :

| مزارع ۱۰ هکتاری | مزارع کشت وصنعت |
|---|---|
| ۱۰ر۱ لیتر در ثانیه برای هرهکتار | ۰۰ر۲لیتر در ثانیه برای هرهکتار |

بعبارت‌دیگر تغییر در وضع مالکیت پیشنهاد شده اراضی از مزارع کوچک به‌عملیات کشت وصنعت‌مستلزم ۸۰درصد افزایش ظرفیت موردنیاز دریچه‌آبیاری خواهد بود .

تعیین ظرفیت کانالهای اصلی ودرجه ۲ که آبرا به ۱۰۰۰ هکتار یابیشتر میرسانند برمبنای زیر خواهد بود :

| مزارع ۱۰ هکتاری | مزارع کشت وصنعت |
|---|---|
| ۱۰ر۱ لیتر درثانیه برای هرهکتار | ۰۵ر۱ لیتر درثانیه برای‌هرهکتار |

مقادیرفوق درهر دو وضعیت شامل تلفات ناشی ازنقل وانتقال وعملیات آبیاری نیست ولی نشان میدهد که تغییر در وضع‌مالکیت اراضی منجر باین امرگردید که ظرفیت کانالها درحدود ۳۵ درصد بیشتر از آنچه که قبلا طرح شده بود افزایش یابد .

احتیاجات انحراف‌آب برای مزارع کوچک وعملیات کشت وصنعت بنحوی برآوردشده که بترتیب معادل ۲۲ر۱ لیتر درثانیه برای هرهکتار و ۶۷ر۱ لیتر درثانیه برای‌هرهکتار باشد. بافرض اینکه تلفات[۶] ناشی‌از نقل وانتقال وعملیات آبیاری (کانال با پوشش بتنی) درحدود ۱۰ درصد باشد .

بواسطه آب برگردانها وکانالهای بزرگی که لازم میباشند ، هزینه پروژه برای سیستمهای کشت وصنعت بیشتر خواهدبود ولی وسعت سطح کشت منجربه بهره‌برداری وسود بیشتر پروژه خواهد گردید . با اینکه هیچ تجزیه وتحلیلی بعمل نیامده تصور میشود که افزایش سود حاصله هزینه اضافی را جبران نماید .

---

(۵) درواحدهای ۱۰۰۰ هکتاری ،آب براساس «نوبتی» به‌مزارع یا واحدهای زراعی منتقل میشود یعنی جریان آب‌برگردان‌پشت سرهم به‌یک یاچند قطعه منحرف میشود .

(۶) برای محاسبه تلفات درحین انتقال ازفرمول Moritz استفاده شده است .

$$S = 0/12C\sqrt{\frac{Q}{V}}$$

S = تلفات به‌مترمکعب درثانیه درکیلومتر

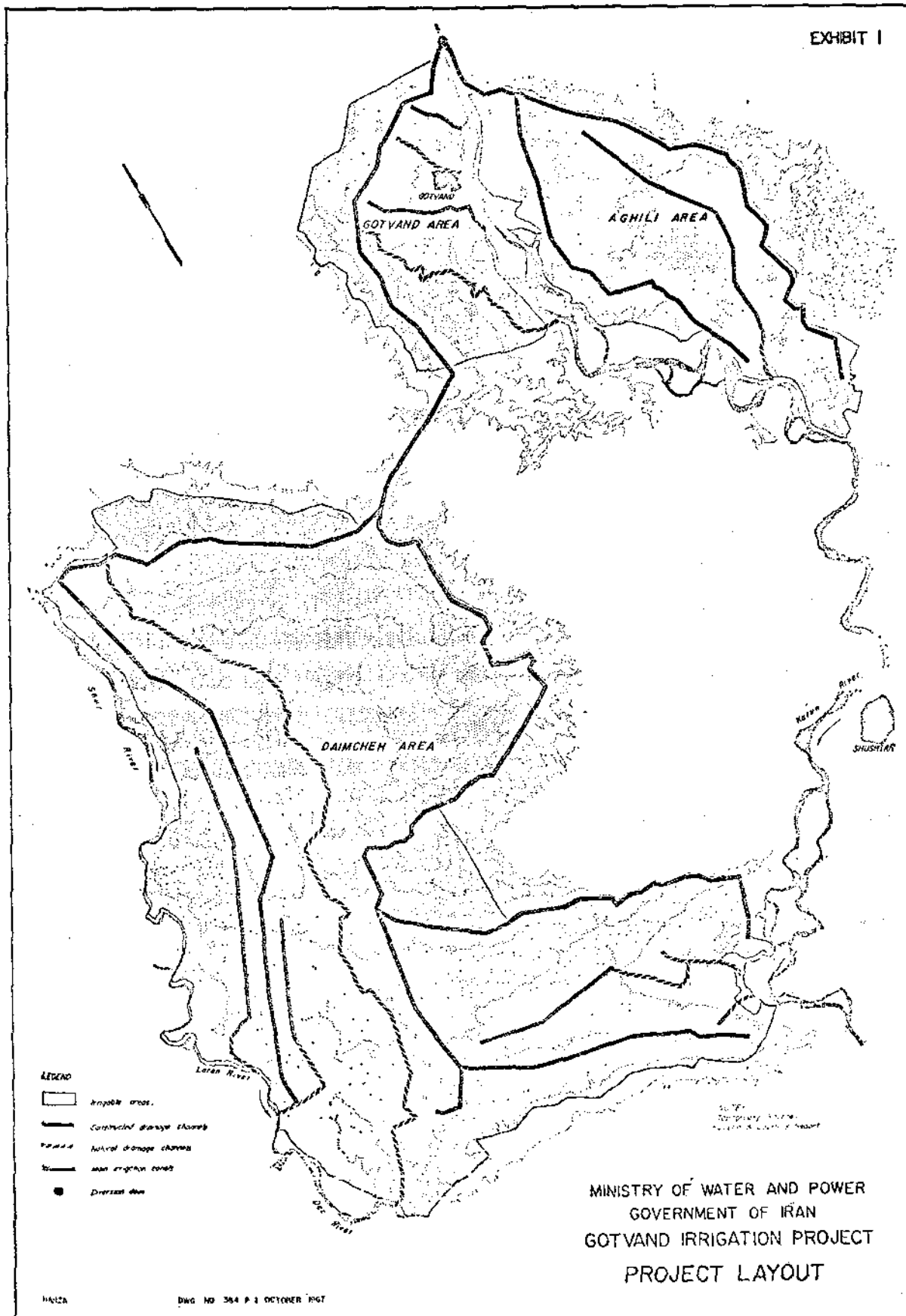
Q = دبی کانال به‌مترمکعب درثانیه

V = سرعت متوسط کانال به‌متر در ثانیه

C = مترمکعب آب تلف‌شده درمترمربع ازمحیط خیس‌شده کانال درمدت ۲۴ ساعت

C = ضریبی‌است که برحسب نوع پوشش کانال‌متغیر است ودرکانالهای بتنی C = ۰/۲

EXHIBIT I




MINISTRY OF WATER AND POWER
GOVERNMENT OF IRAN
GOTVAND IRRIGATION PROJECT

PROJECT LAYOUT

HALZA DWG NO 364 P 1 OCTOBER 1967

# سیستم کانالهای آبیاری ـ تعیین ظرفیت کانالها

## سئوالات مطرح شده و جوابهای مربوطه در دومین سمینار آبیاری و زهکشی

س ۱ـ راندمان ۵۰ درصد برای آبیاری چطور فرض شده است. عوامل مختلفی دراین مسئله دخالت دارند که ظاهراً درنظر گرفته نشده‌اند ؟

ج ـ راندمان آبیاری ۵۰ درصد باتوجه به‌نوع خاك‌وضع پستی وبلندی اراضی‌و نوع آب وهوای منطقه برآورده شده است وروش پیشنهادشده درمصرف وآبیاری وبهره‌برداری ازپروژه براین اساس‌است که با برنامه‌های ترویجی برای زارعین امکاناتی فراهم‌شود که‌رسیدن‌به‌راندمان‌مذکور امکان‌پذیر گردد .

س ۲ ـ فرمول بلانی کریدل‌در بعضی شرایط مملکت ۶۰درصد اختلاف باواقعیت دارد چرا از این فرمول استفاده نموده‌اید ؟

ج ـ فرمول بلانی کریدل اگر صحیح بکار رود نتیجه خوبی خواهد داد ودربسیاری ازکشورهای جهان ازجمله ایران جواب بدست‌آمده ازاین‌فرمول به‌تعریق وتبخیر واقعی خیلی نزدیک است وضمناً درپروژه گتوند میزان تعریق‌تبخیر باروش‌تورن‌ویت نیزمحاسبه گردیده ورقم بدست‌آمده خیلی به‌رقم محاسبه شده ازروش بلانی کریدل نزدیک بوده است .

س ۳ ـ روش‌موریس نیز دارای اشتباهاتی‌است چرا این روش انتخاب شده است ؟

ج ـ فرمول موریس سالهاست که‌بوسیله سازمان عمران ایالات‌متحده درآمریکا بکار میرود واگر بطور صحیح ازآن استفاده شود دارای اشتباهاتی نخواهد بود .

س ۴ـ آیاپوشش بتنی کانالها توسط طراح پروژه از نظر اقتصادی تفسیر شده است ؟

ج ـ مطالعات اولیه و برآورد اقتصادی باتوجه به‌ارزش آب‌صرفه‌جوئی شده مقطع کوچکترکانال وکاهش هزینه نگهداری وسرویس‌وسهولت بهره‌برداری ازپروژه نشان داده است که‌پوشش بتنی کانالها ازنظر اقتصادی مقرون بصرفه است .

س ۵ـ آیا مطالعه اقتصادی صورت گرفته است که طرح کاشت پیشنهادی مقرون بصرفه خواهد بود ؟

ج ـ پیش‌از انتخاب وپیشنهاد برنامه زراعی طرح‌شده مطالعاتی باتوجه بوضع خاك نوع آب‌وهوا بازارهای موجود باتوجه به‌تجربه وارجحیت‌زارعین نسبت به‌کشت محصولات‌گوناگون صورت‌گرفته است .

**Canal Capacity Design Criteria**

The Gotvand Project main and secondary irrigation canal system is being designed to provide turnouts to 100 hectare units. Assuming a rotational system5/ of irrigaion operation within the 100 hectare units, the required turnout capacity to the units equals the field irrigation requirement. In addition, to provide some operational felxibility the turnout design capacities are normally increased by ten to fifteen percent.

Based on the above, the following 100 hectare unit turnout design capacities resulted:

| **10 Hectaro Farms** | **Agribusiness Farms** |
|---|---|
| 1.10 Liters/Sec/Ha. | 2.00 Liters/Sec/Ha. |

In other words, a change in the proposed land tenure from small farms to agribusiness operations would require an 80 percent increase in the required turnout capacity.

Design capacities for main and secondary canals which deliver water to 1000 or more hectares would be based on the following:

| **10 Hectare Farms** | **Agribusiness Farms** |
|---|---|
| 1.10 Liters/Sec/Ha. | 1.50 Liters/Sec/Ha. |

The above values do not include requirements for conveyance and operational losses in either case, however, they show that the change in land tenure will result .n canals about 35 percent larger than orginally planned.

Diversion requirements for the small farm and agribusiness operation systems were estimated to equal 1.22 liters/sec/ha. and 1.67 liters/sec/ha. respectively, assuming conveyance and operational losses of about 10 percent (concrete lined canals).

---

5/ Within the 100 hectare units water would be delivered to the farm or field units on a "turn" basis, i.e. the turnout flow would be diverted successively to one or more fields.

Because of the larger turnouts and canals required, project costs will be greater for the agribusiness type system. However, the increased crop area will result in increased project production and increased benefits. Although no analyses have been made, the increased benefits are believed to be adequate to offset the increased costs.