

# APPLICATION EFFICIENCY AND WHEAT IRRIGATION SCHEDULING AS AFFECTED BY INFILTRATION VARIABILITY

## EFFICIENCE D'APPLICATION ET REGIME D'IRRIGATION DU BLE AFFECTE PAR LA VARIABILITE D'INFILTRATION

Mohammad Reza Emdad<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Water is the most important factor in crop production. Soil infiltration properties change during the season and have important roles in designing irrigation projects. Due to changes in soil surface structure, plant may not receive enough water causing yield reduction and low water use efficiency. These variations in infiltration, both spatial and temporal, represent a major physical constraint to achieving high irrigation efficiencies. The final infiltration rate decreased about 30% during the season. Basic infiltration rate showed a significantly decreasing trend (logarithmic) with irrigation events throughout the season. Two other Kostiakov-Lewis coefficients ( $a$  &  $k$ ) did not show any specific trend during the period. Also the variation of application efficiency showed logarithmic trend during the season and decreased about 20% as compared to the beginning. Based on these changes, the cumulative infiltration depths decreased about 30% throughout the season. The aggregate stability of the surface soil layer decreased during the season. At the end of season, aggregate stability decreased about 20% as compared to that at the beginning. Results showed that for achieving high irrigation efficiencies and performance we need to increase irrigation time about 22% throughout the season for this soil and this condition.*

**Key words:** Irrigation scheduling, water application efficiency, wheat, infiltration variation.

### RESUME ET CONCLUSIONS

*L'eau est le facteur le plus important dans la production des cultures. propriétés d'infiltration des sols changer au cours de la saison. Connaissant les paramètres d'infiltration du sol*

<sup>1</sup> Scientific member of Soil and Water Research Institute of Iran. Karaj.  
Email: emdadmr591@yahoo.com

a un rôle important pour la conception de projets d'irrigation. En raison de changements dans la structure de surface du sol, des plantes peuvent pas recevoir suffisamment d'eau et entraîne une réduction du rendement et diminue l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Ces variations de l'infiltration, à la fois spatiale et temporelle, représentent un obstacle majeur à la réalisation physique de haute efficacité de l'irrigation. Cependant, la fonction d'infiltration a été trouvée à varier tout au long de la saison par un facteur pouvant aller jusqu'à quatre avec des différences dans l'infiltration principalement attribuable à des changements dans la couche superficielle du sol. Afin de déterminer les effets des variations saisonnières de l'infiltration et ses effets sur l'efficacité des applications et des calendriers d'irrigation du blé, ce travail a été effectué sur l'exploitation des sols et des eaux institut de recherche Karaj, en Iran. Le sol sur le site du procès avait une texture loam. Le travail de première instance composée de 25 irriguées sillons avec 0,6 m espacement, longueur de 80 m et une pente de 1%. Les lits ont été plantés avec du blé et divisé en 6 lots, composés chacun de trois voisins sillons. L'extérieur des sillons dans chaque parcelle ont été utilisés comme des rangs de garde et toutes les mesures ont été prises sur le sillon central. L'eau d'irrigation a été appliquée à tous les sillons, le 7 reprises au cours de la saison. Irrigations ont été appliqués lorsque le déficit d'humidité du sol atteint 50% de la teneur en eau des plantes disponibles. Les variations de la stabilité des agrégats de la couche superficielle du sol ont été évaluées en utilisant une méthode du tamis humide. En utilisant le modèle balance de volume, les coefficients de l'équation d'infiltration Kostiakov-Lewis et de la variation des paramètres d'infiltration pendant la saison de blé ont été déterminées. taux d'infiltration du sol de base a été mesuré avec la méthode d'entrées-débit sortant dans tous les événements d'irrigation. La sortie sillon a été mesurée à l'aide du CMS (2) canal. Le taux d'infiltration finale diminué d'environ 30% au cours de la saison. taux d'infiltration de base a montré une tendance à réduire de façon significative (logarithmique) avec des événements d'irrigation durant toute la saison. Deux autres coefficients Kostiakov-Lewis (A & K) ne montrent aucune tendance spécifique au cours de la période. Aussi la variation de l'efficacité d'application a montré tendance logarithmique au cours de la saison et a diminué d'environ 20% par rapport au début.

Sur la base de ces changements, les profondeurs infiltration cumulée a diminué d'environ 30% pendant toute la saison. La stabilité des agrégats de la couche superficielle du sol a diminué au cours de la saison. À la fin de la saison, la stabilité des agrégats a diminué d'environ 20% par rapport au début. Dans des conditions sur le terrain, les sols irrigués sont exposés à des périodes successives de mouillage rapide suivie d'un séchage. Les sols qui sont soumis à ces cycles de mouillage et de séchage ont été trouvés à présenter une faible stabilité des agrégats qui entraîne la libération de matières colloïdales et l'effondrement des pores du sol que l'infiltration influence. Réduction de l'infiltration sillon sur le terrain à ce site est associé à des changements dans la couche superficielle du sol en diminuant la stabilité des agrégats. En ce qui concerne ces changements et pour planifier les meilleures irrigation, la variation entre le temps des événements d'irrigation et l'irrigation a été déterminée. La relation entre le temps de l'irrigation et l'irrigation des événements a montré de façon significative la tendance logarithmique. En raison de ces changements, nous devrions augmenter le temps de l'irrigation avec des événements d'irrigation. Les résultats ont montré que pour réaliser des économies d'irrigation et des performances élevées, nous devons augmenter le temps de l'irrigation d'environ 22% tout au long de la saison pour cette terre et cette condition.

**Mots clés :** Régime d'irrigation, efficacité d'application d'eau, blé, variation d'infiltration.

*(Traduction française telle que fournie par les auteurs)*

## 1. INTRODUCTION

The performance of surface irrigation is closely related to the infiltration function of the soil. However, the infiltration function has been found to vary throughout the season by a factor of up to four with differences in infiltration mainly attributed to the changes in soil surface layer and surface sealing (Elliott et al, 1983). These infiltration variations, both spatial and temporal, represent a major physical constraint for achieving high irrigation application efficiency.

Under field conditions, irrigated soils are exposed to sequential periods of rapid wetting followed by drying. Soils which are subjected to these wetting and drying cycles have been found to exhibit low aggregate stability (Caron et al 1992).

The efficiency of surface irrigation is a function of the field design, infiltration characteristics of the soil and the irrigation management practice. However, the complexity of the interactions makes it difficult for irrigators to identify optimal design (Kanya and Smith 2006, Langat et al, 2008).

Volume balance model is a appropriate way for determining the parameters of infiltration equation. Use of water front advance data is recommended for calculating infiltration parameters (Gillies et al 2007). A computer model was developed to employ advance data for calculating infiltration parameters of the modified Kostiakov- Lewis equation (Gillies and Smith, 2005).

The aim of this paper is to demonstrate infiltration variability throughout the season and its effect on application efficiency and wheat irrigation scheduling in field condition.

## 2. MATERIALS AND METHODS

In order to determine the effects of seasonal variation of infiltration and its effects on application efficiency and irrigation scheduling of wheat, this work was conducted on the farm of Soil and Water Research Institute in Karaj, Iran. The soil at the trial site had a loam texture. The experiment consisted of 25 irrigated furrows with 0.6 m spacing, length of 80 m and a slope of 1%. The beds were planted with wheat and divided into 6 plots, each consisting of three neighboring furrows. The outer furrows in each plot were used as guard rows and all measurements were taken on the central furrow. Irrigation water was applied to all furrows on 7 occasions during the season. Irrigations were applied when the soil moisture deficit reached 50% of the plant available water content. Changes in the aggregate stability of the surface soil layer were assessed using the wet sieve method. Using volume balance model, coefficients of the Kostiakov-Lewis infiltration equation and the variation of infiltration parameters during the wheat season were determined. Soil basic infiltration rate was measured with Inflow-Outflow method in all irrigation events. The furrow outflow was measured using WSC (2) flume. Some of the physical and chemical properties for the soil of the experimental site is given in Table 1.

Table 1. Soil physical and chemical properties in trial site(propriétés physiques du sol et chimiques dans le procès de site)

Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	EC (dS/m)	pH	S.P	Soil water Content (%)	
						FC	PWP
27	30	43	0.53	7.5	30	18.2	8.2
SAR		Cl	So <sub>4</sub>	K	Na	Mg	Ca
		(mg/l)					
0.65		44	120.5	6.5	24.8	54.7	20

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

The results of basic infiltration rate and variation with irrigation events is presented in Fig 1.

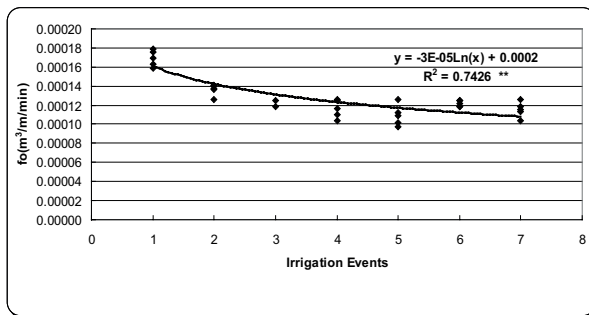


Fig 1. Variation between soil basic infiltration rate and irrigation events(Variation entre le taux d'infiltration du sol de base et une irrigation)

Based on Fig. 1, the final infiltration rate decreased about 30% during the season. Basic infiltration rate showed a significantly decreasing trend (logarithmic) with irrigation events throughout the season. The variation of Two other Kostiakov-Lewis coefficients (a & K) did not show any specific trend during the period(Fig 2, Fig 3)

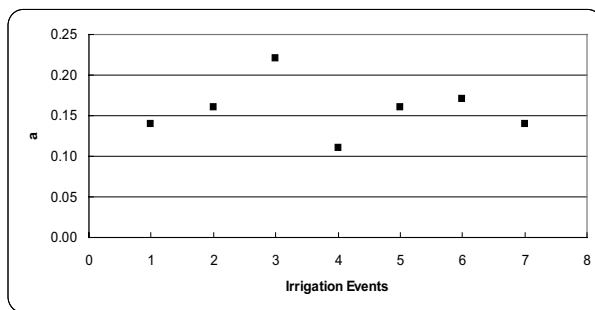


Fig. 2. Variation of a with irrigation events (Variation d'un des événements d'irrigation)

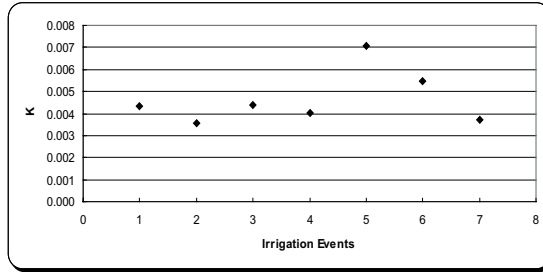


Fig. 3. Variation of k with irrigation events (Variation de K avec les événements d'irrigation)

Based on these changes, the cumulative infiltration depths decreased about 30% throughout the season. The variation of cumulative infiltration with time in all irrigation occasions is presented in Fig. 4.

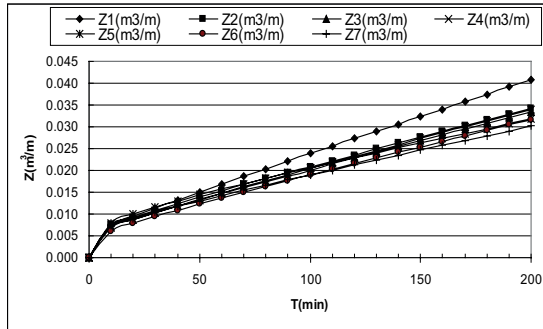


Fig. 4. Variation of Cumulative irrigation depths with irrigation events (Variation de la profondeur d'irrigation cumulatif avec les événements d'irrigation)

Figure 4 demonstrates that the variation of cumulative infiltration has a decreasing with irrigation events. As mentioned earlier, the efficiency of surface irrigation is highly depended on infiltration characteristics of the soil. In this regard the variation of application efficiency with irrigation events evaluated. The variation of application efficiency showed logarithmic trend during the season and decreased about 20% as compared to beginning (Fig. 5).

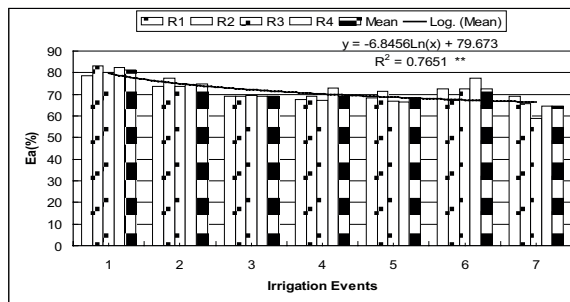


Fig. 5. Variation of application efficiency with irrigation events (Variation de l'efficacité de l'application avec les événements d'irrigation)

Also the aggregate stability of soil surface layer decreased about 20% as compared to beginning. Under field conditions, irrigated soils are exposed to sequential periods of rapid wetting followed by drying. Soils which are subjected to these wetting and drying cycles have been found to exhibit low aggregate stability resulting in the release of colloidal material and the collapse of soil pores that influences infiltration. Reduction in furrow infiltration under field conditions at this site is associated with changes in soil surface layer as decreasing aggregate stability.

Regarding these changes and for designing the best irrigation management, the relation between irrigation time in all irrigation events was determined (Fig. 6).

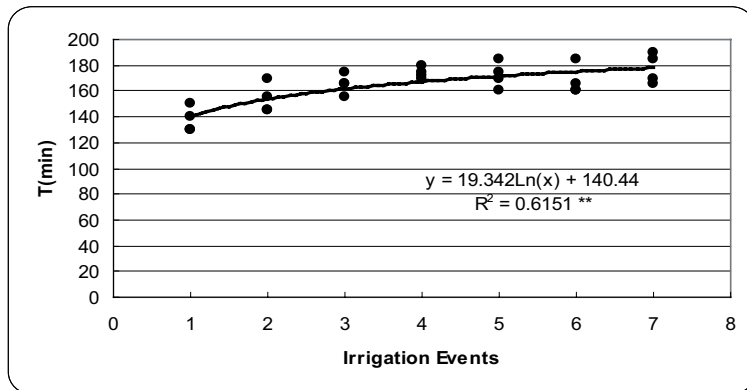


Fig. 6. Variation of Irrigation time with Irrigation events (Variation de l'irrigation du temps avec les événements d'irrigation)

Due to these changes, for achieving high irrigation efficiencies and performance, we need to increase irrigation time about 22% (in last irrigation) as compared to first irrigation for this soil.

## 4. CONCLUSIONS

Based on temporal infiltration variability throughout the season and following that decreasing soil basic infiltration rate, cumulative infiltration rate and application efficiency, for achieving high irrigation performance, increasing irrigation time with considering irrigation events should be considered.

## REFERENCES

- Caron, J., B. Kay and J. Stone. 1992. Improvement of structural stability of a clay loam with drying. *Soil Science Society of America Journal* 56: 1583-1590.
- Elliott, Rl., W. Walker and W. Skogerboe. 1983. Infiltration parameters from furrow irrigation advance data. *Trans ASAE*: 1726-1731.
- Gillies, M., and R. Smith. 2005. Infiltration parameters from surface irrigation advance and run-off data. *Irrigation Science* 24(1): 25-35.

- Gillies, M., R. Smith and R. Raine. 2007. Accounting for temporal inflow variation in the inverse solution for infiltration in surface irrigation. *Irrigation Science* 25: 87-97.
- Kanya, K. and J. Smith. 2006. Real time prediction of soil characteristics for the management of furrow irrigation. *Irrigation Science* 25(1): 33-43.
- Langat, P., R. Smith, and S. Raine. 2008. Estimating the furrow infiltration characteristics from single advance point. *Irrigation Science* 26: 367-374.