رابطه میزان فرسایش با عوامل موثر آن در طول یک رگبارش

صابر شاهوئی* - پرویز عبدالملکی** - نادر نجم الدینی***
ساعد شاهوئی**** - نادر طوماریان*****

مقدمه :

برای تقلیل اثرات زیانبار فرسایش در کاهش قدرت تولیدی اراضی، پرکردن مخازن سطحی ذخیره آب کاهش ظرفیت مخازن زیرزمینی و بالاخره مشکلات تصفیه آبهای مشروب و صنعتی ، شناخت عوامل موثر در فرانید فرسایش ضرورت کامل دارد. تخمین مقدار فرسایش در اراضی کشاورزی بخصوص در کوهپایه‌ها و فلات مرتفع و پرشیب استان برای شناخت مناطق حساس و تدوین برنامه‌های عملی حفاظت خاک و آب باتوجه به امکانات زارعین کم درآمد باتولیدمعیشتی برای استفاده منطقی و حفظ قدرت تولیدی خاک بخصوص در دیمات از اولویت نخست برخوردار است . و در این رابطه استفاده از تجارب کشورهای دیگر که دارای شرایط اقلیمی مشابهی باکشور ما میباشد ما را در دستیابی سریع به روش مناسب برای تحقق اهداف مورد نظر یاری خواهد رساند.

---

* پژوهنده بخش خاک و آب مرکزتحقیقات کشاورزی کردستان
** کارشناس " " " " " " "
*** " " " " " " "
**** کارشناس ارشد دفترمطالعات آب - امورآب کردستان
***** کارشناس موسسه تحقیقات اصلاح بذر و نهال - کرج

معادله جهانی تخمین فرسایش USLE که براساس تجزیه و تحلیل آماری ارقام و نتایج ۱۰ هزار کرت صحرائی در سال اولین بار درسال ۱۹۶۵ انتشار یافته و سپس در سال ۱۹۷۸ با تجدید نظر منتشر گشته است در مناطق مختلف مورد آزمایش قرار گرفته ودر شرایط کم و بیش مشابه با محل ابداع آن از کارایی نسبتا" خوبی برخودار بوده است .

روش کار:

فرسایش حاصل از یک بارش با شدت متوسط ۲ میلیمتر در ساعت در طول ۲ ساعت بارش مداوم در اوایل آبانماه سال ۶۶ در اراضی زراعی حوزه آبخیز سد قشلاق در ۱۱ مورد با اندازه گیری حجم شیارهای حاصل در طول مزارع موردنظرو معدل گیری حجم آنها و با فرض اینکه فرسایش بین شیاری ۳۰٪ فرسایش کل است میزان فرسایش کل محاسبه گردید . سپس پارامترهای معادله جهانی از قبیل شاخص فرسایندگی باران (R) ضریب فرسایش پذیری خاک (K) ، فاکتورتوپوگرافی ، (LS) ضریب پوشش و مدیریت زراعی (C) و ضریب مدیریت اراضی (P) محاسبه و میزان فرسایش تخمینی طبق این معادله طی مراحل زیر محاسبه گردید:

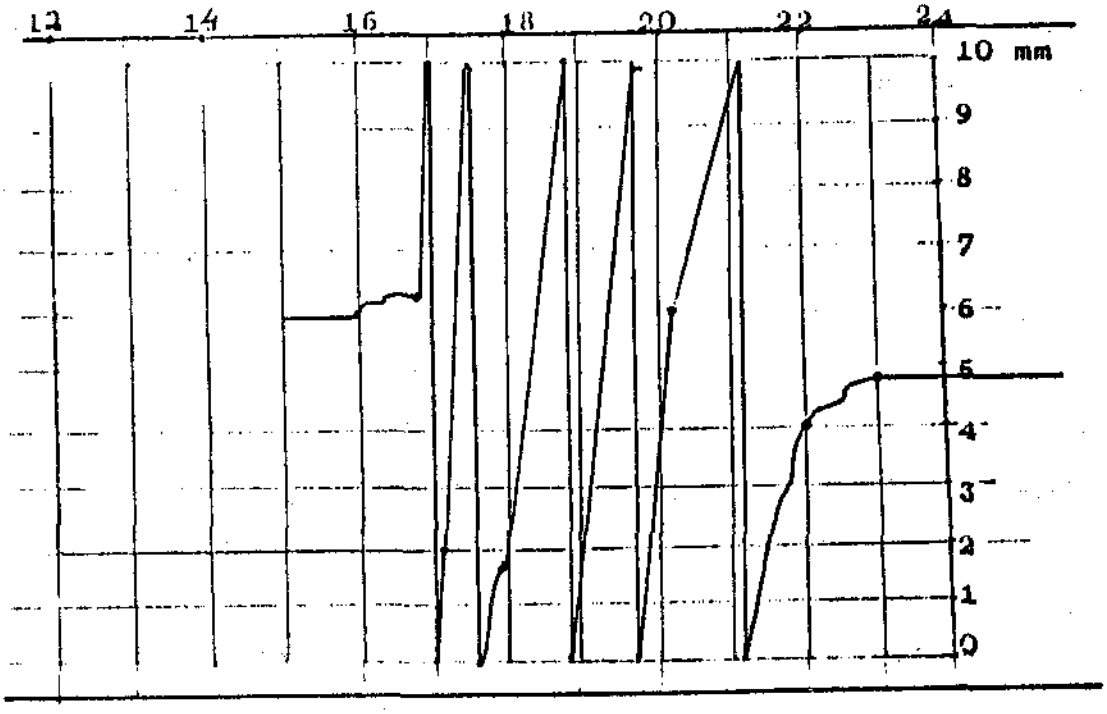
۱- اندازه گیری شاخص فرسایندگی باران (R):

با استفاده از کارت باران نگار مدل SIAP وزات نیرو در محل دیواره سد قشلاق شدت های باران برحسب سانتیمتر در ساعت و مدت دوام آنها بر روی کارت مشخص و سپس با استفاده از رابطه (۱) انرژی جنبشی هر سانتیمتر باران در شدت بخصوص برحسب متر× تن/ سانتیمتر× هکتار تعیین و سپس با ضرب مقدار کل بارش درانرژی جنبشی محاسبه شده هر شدت انرژی جنبشی مقادیر مختلف باران با شدتهای متفاوت محاسبه گردید.

(1) $e_1 = KE = 210.3 + 89 \, Log \, I(cm)$

(2) $E_1 = e_1 \times I_1 t_1$

نهایتا" پس از جمع کلیه انرژی های جنبشی مقدار کل آن در حداکثر شدت



شکل(۱) کارت شدت بارندگی باران نگار شبات مدل SIAP ایستگاه سنندج (وزارت نیرو) در تاریخ ۶۱/۸/۲

Time H	Total Rain, m.m.	Duration Sec	Total cm	Intensity m.m./H	K.E.* Ton.m/cm.ha	Total E
16.00	00.00	00.00	0.0	0.00	0.0	00.00
16.50	0.30	50.00	0.03	0.036	81.81	2.45
17.10	6.10	20.00	0.58	1.74	231.70	134.39
17.40	15.20	30.00	0.91	1.82	233.00	212.43
20.20	39.80	160.00	2.47	0.92	207.07	511.48
22.00	48.00	100.00	0.82	0.49	182.88	149.96
23.00	48.90	60.00	0.09	0.09	117.21	10.55
						1018.5

جدول (۱) محاسبه انرژی جنبشی بر حسب تن متر در هکتار در رگبار شن فوق الذکر

واحد متریک شاخص فرسایندگی باران $R=\frac{BI30}{100}=\frac{1018.5}{100}\times 1.82=18.53$

$$K.E.^{*}=210.3+89\ \log_{10} I(cm)$$

۳۰ دقیقه‌ای بارش ضرب و برعدد ۱۰۰ تقسیم گردید. رابطه (۳) :

$$(3)R = \frac{\sum (E_1 + ... En)\ I_{30}}{100}$$

درشکل شماره (۱) وضعیت بارش و درجدول (۱) طرز محاسبه R آمده است.
در مقایسه شدت فوق الذکر با منحنی های شدت ، مدت دوره برگشت ایستگاه سینوتیپیک سنندج به این نتیجه رسیدیم که بارش فوق الذکر دارای دوره برگشت ۱۵۰ تا ۲۰۰ سال میباشد و شاخص فرسایندگی سالیانه با توجه به سایراقالیم مشابه دیم (قزوین) حدود ۱۰ واحد تخمین زده میشود البته مطابق نقشه خطوط همفرساینده FAO , UNESCO این عدد ۷۵ ارائه شده و حدودا" ۱۰ برابر اغراق آمیزاست .

۲- اندازه گیری شاخص فرسایش پذیری خاک (K):

با برداشت نمونه هائی از خاک سطحی (20-0 سانتیمتر) و خاک تحت الارضی (50-20 سانتیمتر) تجزیه مکانیکی آن برای تعیین اجزا بافت و تعیین درصد ماده آلی در آزمایشگاه انجام گرفت ، ساختمان خاک باتوجه به مشاهدات صحرائی و نفوذپذیری با استفاده ازجدول ۲ در تحت الارض محاسبه گردید و همانطوری که ملاحظه میشود ارقام کم و بیش مشابه میباشند ضریب فرسایش پذیری خاک با استفاده از رابطه (۴) هنگامی که (لای + شن ریز) از ۷۰% بیشتر نشده بود انجام گرفت در غیراینصورت باید از نموگراف در شکل شماره ۲ بهره گیری نمود.

$$(4)\ 100K = 2.1M^{1.14} \times 10^{-4}(12-OM) + 3.25(S-2) + 2.5(P-3)$$

در این رابطه

K = ضریب فرسایش پذیری خاک

M = حاصلضرب درصد (لای + شن ریز)ودرصد (لای + شن ریز)

OM= درصد ماده آلی

S = ساختمان خاک

P = نفوذپذیری خاک

این خصوصیات برای کلیه مناطق محاسبه و در جدول شماره ۳ آمده است . بعلت در اختیار نبودن الک ۰/۱ میلیمتر مقدار شن ریز ۱/۴ مقدار شن کل تخمین زده شد و مقدار ماده آلی در ضرب کردن اعداد کربن آلی درصد ۱/۶۶ بدست آمد.

جدول شماره ۲ - تخمین نفوذپذیری طبقه تحت الارض با استفاده از بافت خاک :

میزان نفوذپذیری Cm/H	درجه‌نفوذپذیری	نوع بافت	کلاس بافت
>25	(۱) سریع	lcos,fs	C درشت
6.25-25	(۲) نسبتا" سریع	Cosl.lfs	L سبک
2-6.25	(۳) متوسط	l.fsl.sil	M متوسط
0.5-2	(۴)ساختمان غیرمتراکم نسبتا" کند	cl,sicf,scl	H سنگین
0.125-0.5	(۵) خیلی کند	sc,sic,c	V خیلی سنگین
<0.125	(۶) خیلی کند	plowpan	سخت کفه شخم

۳- اندازه گیری فاکتورتوپوگرافی LS این پارامتر در معادله جهانی تخمین هدررفت خاک از منحنی های درصد شیب و طول شیب در شکل ۳ استفاده گشته و یا از معادله (۵) بهره گیری می نمائیم .

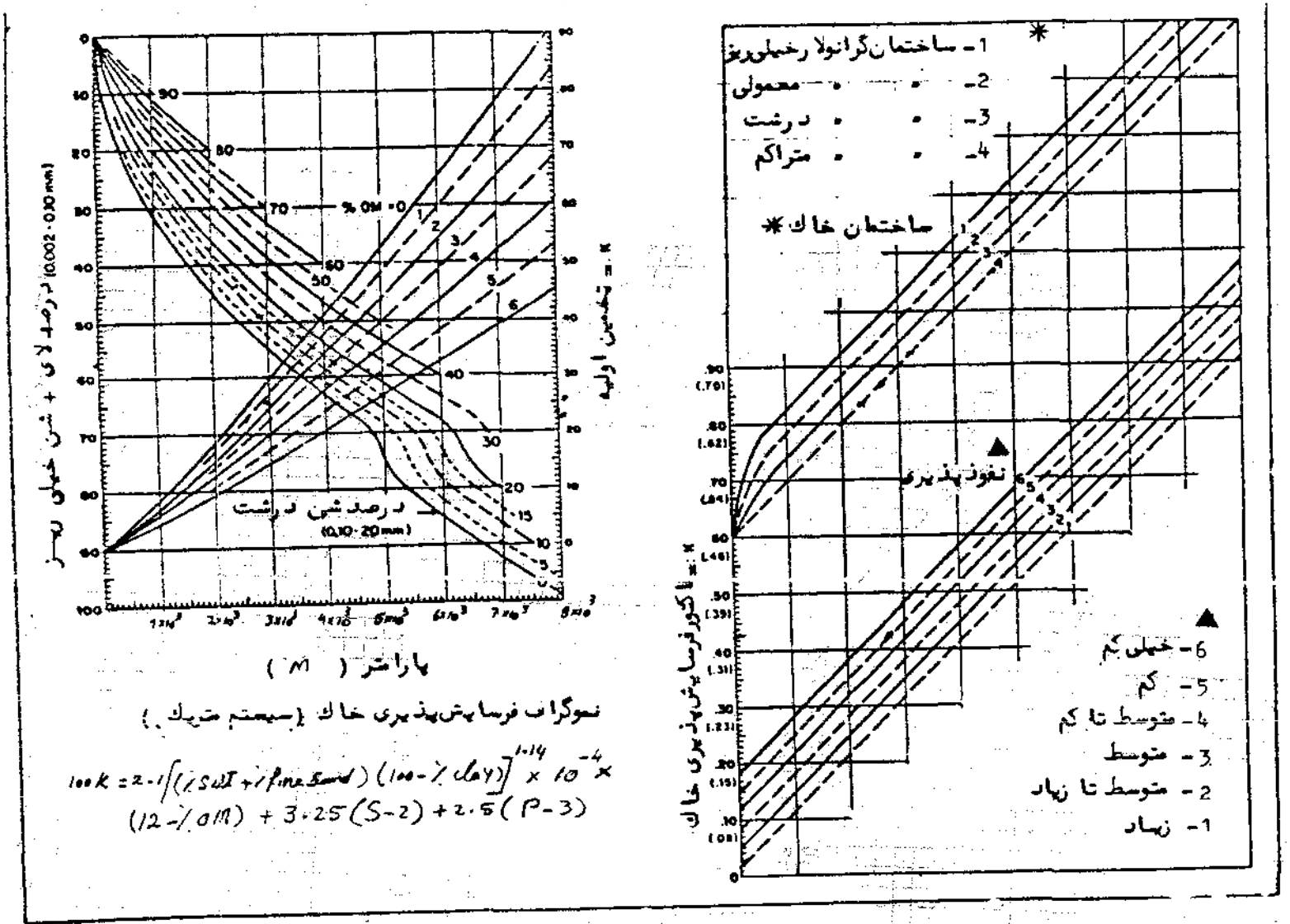
$$(5)LS=\left(\frac{0.43+0.3S+0.043S^2}{6.613}\right)\left(\frac{\lambda}{22.128}\right)^{1/2}$$

در این معادله :

S = درصد شیب

جدول (۳) خصوصیات مختلف خاکها در مناطق اندازه گیری فرسایش:

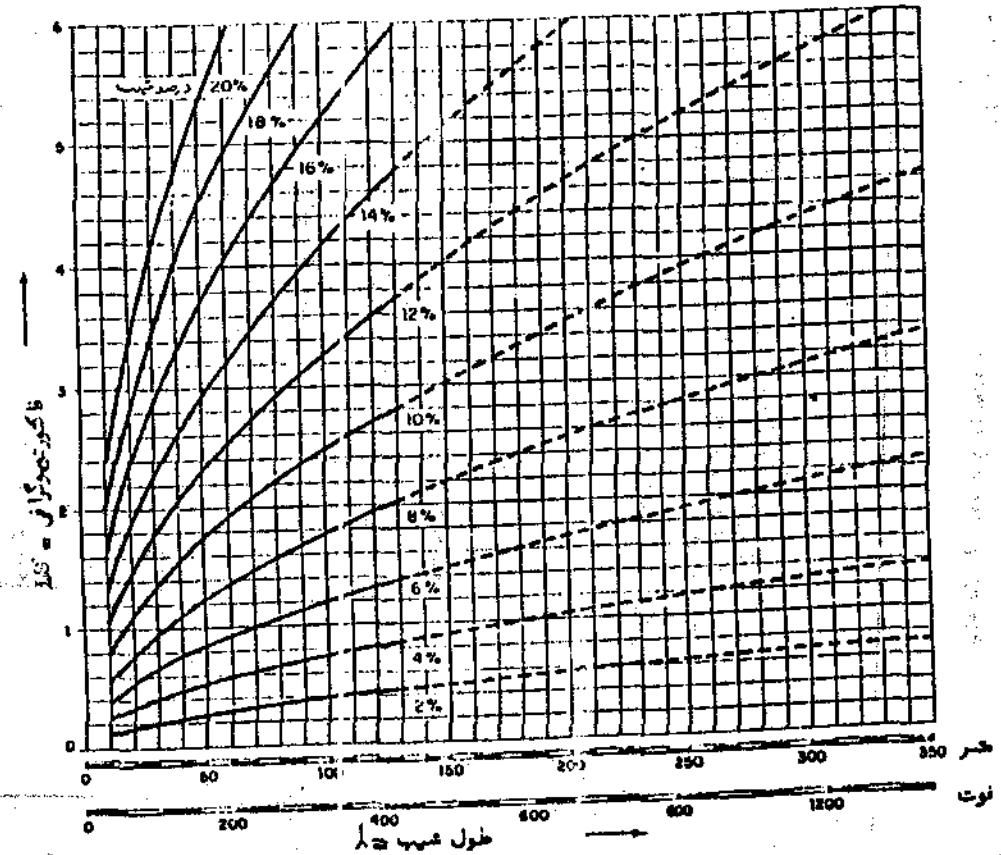
منطقه	مزرعه	طول شیب m	درصد شیب	پوشش مزرعه	درصد کربن‌آلی 0-20/20-50	درصدشن 0-20/20-50	درصدلای 0-20/20-50	درصدرس 0-20/20-50	کلاس ساختمان خاک S	کلاس نفوذپذیری خاک p	ضریب فرسایش پذیری X
۱	۱ـ فوقانی	۷۳	۲۵	کلش	۰/۶۵	۳۹	۲۴	۳۷	۴	۴/۵	۰/۳۱
					۰/۴۶	۴۷	۲۰	۳۳			
	۱ـ تحتانی	۶۹	۳۰	"	۰/۶۶	۳۸	۲۶	۳۶	۴	۵	۰/۳۳
					۰/۵۴	۳۴	۲۴	۴۲			
	۲	۱۴۲	۲۷	بستر بذر	۰/۶۵	۴۰	۲۲	۳۸	۳	۴	۰/۴۳
					۰/۵۵	۳۴	۲۴	۴۲			
۲	۱ـ فوقانی	۶۱	۲۰	بستر بذر	۰/۵۰	۴۰	۲۵	۳۵	۴	۴	۰/۳۵
					۰/۳۹	۴۰	۲۴	۳۶			
	۱ـ تحتانی	۹۹	۱۶	"	۰/۵۲	۴۲	۲۵	۳۳	۴	۵	۰/۳۶
					۰/۵۰	۳۵	۲۷	۳۸			
	۲	۹۹	۱۶	کلش	۰/۴۳	۴۱	۲۶	۳۳	۳	۳	۰/۳۲
					۰/۳۰	۳۶	۲۰	۳۴			
۳	۱	۳۷	۱۲	بستر بذر	۰/۳۶	۳۹	۲۲	۳۹	۴	۵	۰/۳۲
					۰/۲۵	۲۷	۲۶	۴۷			
۴	۱	۶۰	۲۲	کلش	۰/ ۳۴	۳۰	۳۱	۳۹	۴	۵	۰/۳۸
					۰/۲۲	۲۸	۳۲	۴۰			
۵	۱	۵۷	۰/۳۵	آیش‌تثبیت‌شده	۰/۳۸	۴۰	۲۰	۴۰	۴	۵	۰/۳۱
					۰/۴۱	۳۲	۲۰	۴۸			
۶	۱	۶۰	۰/۳۵	بستر بذر	۰/۹۴	۲۰	۳۵	۴۵	۴	۵	۰/۳۶
					۰/۷۴	۱۷	۳۵	۴۸			
۷	۱	۷۶	۰/۲۸	آیش جدید	۰/۶۷	۲۵	۲۷	۴۸	۴	۵	۰/۳۱
					۰/۶۹	۲۲	۲۷	۵۱			



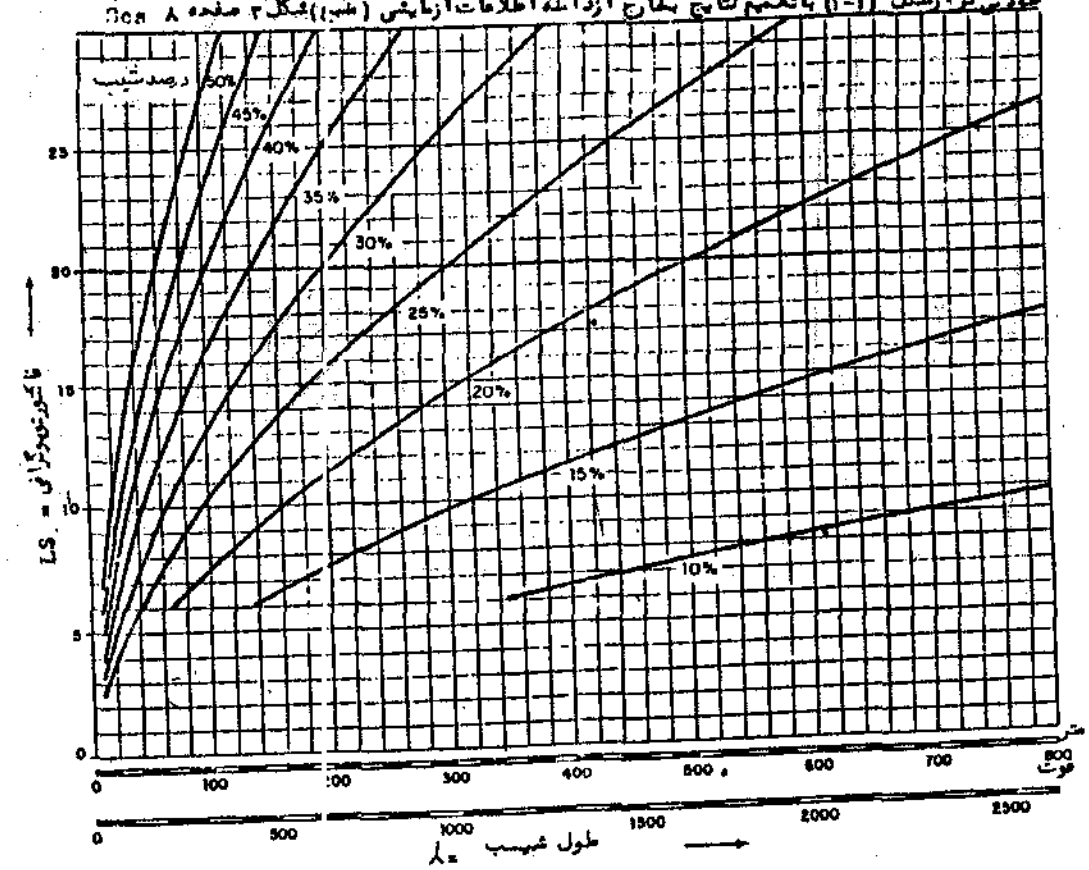
شکل (۲) نموگراف فرسایش‌پذیری خاک، تخمین اولیه K در سیستم متریک بوده و نتیجه نهائی فاکتورفرسایش‌پذیری خاک (K) در قسمت راست، هم در سیستم متریک و هم در سیستم امپریکال است که دومی در داخل پارانتز آمده است

نقل از شکل چهار مقاله H.M.J.Arnoldus

شکل (۱-۳) گراف اثر مشترک طول شیب λ و درصد شیب i در فاکتور توپوگرافی LS (منبع) شکل ۲ صفحه ۸ ویشمر و اسمیت



شکل (۲-۳) تخمین اثرات مشترک طول شیب λ و درصد شیب S در فاکتور توپوگرافی LS در شیبهای تند تر و طولانی تر از شکل (۱-۳) با تعمیم نتایج بدست آمده از اطلاعات آزمایش (منبع) شکل ۳ صفحه ۸ Ber



L = طول است چنانچه تغییرات درجه شیب وجودداشته باشد(تقعرو تحدب)
از رابطه (۶) برای تصحیح فاکتور توپوگرافی استفاده میشود.

$$(6)\quad LS(c)\ \left(\frac{Sj(\lambda_{Jm+1}-\lambda_{J-1m+1})}{\lambda_{j(22.128)^{1/2}}}\right)$$

که در آن

Sj = فاکتور درصد شیب قطعه j

λ_j = طول شیب تا انتهای قطعه J

J-1= طول شیب تا ابتدای قطعه J میباشد

دراندازه گیریهای به عمل آمده درمناطق مختلف مقدار فاکتورتوپوگرافی از روابط فوق استفاده شد.*

۴- اندازه‌گیری فاکتورپوشش (C):

این پارامتر اثرات مالچ سطحی ، آسمانه گیاهی ، ریشه و بقایای گیاهی شده با خاک ، فاکتور تثبیت زمین ، اثرات شخم و شیار قبلی و میزان سنگریزه را یکجا معرف میکند.

۴-۱ - فاکتور پوشش در قطعاتی که در حالت بستر بذر گندم پائیزه بوده باتوجه به ارتفاع و درصد پوشش آسمانه زراعت با استفاده ازشکل ۴ یا رابطه (۷) ضریب پوشش آسمانه گیاهی (Cc) محاسبه گشت .

$$(7)\quad Cc = 1-FC(\ EXP\ (-0.34H\ )\ )$$

که باتوجه به ارتفاع کل آسمانه ۲۰ سانتیمتر (ارتفاع متوسط آسمانه H=12cm) و درصد پوشش ۰/۲۸ مقدار ضریب پوشش آسمانه (Cc) ۰/۷۱ محاسبه گشت .

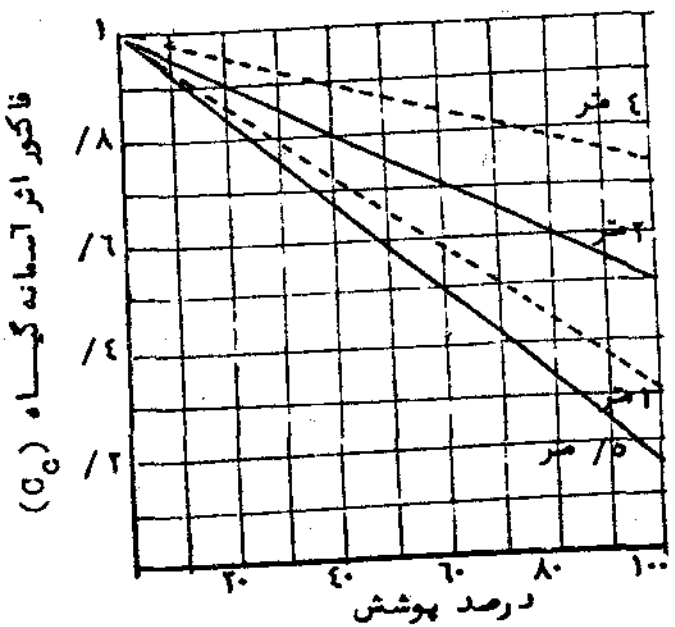
۴-۲- در مزارعی که زیر کلش گندم سال قبل بودند ابتدا مقدار درصد پوشش سطحی کلش از شکل ۶ یا رابطه (۸)محاسبه گردید.

---

* در جدول ۴ بدست آمده است و دردو مورد که تغییرشیب در طول شیب موجود بود تصحیح لازم بعمل آمد(شیب تحتانی - شیب فوقانی)

جدول (۴) پارامترهای مختلف معادله جهانی تخمین فرسایش ومقدارفرسایش تخمینی و اندازه گیری‌شده:

منطقه	مـــزرعـــه	شاخص فرسایندگی باران R	شاخص‌فرسایش‌پذیری خاک K	فاکتور توپوگرافی LS	فاکتورپوشش و مدیریت زراعی C	مقدارفرسایس‌اندازه گیری‌شده‌تن‌درهکتار	مقدار فرسایش‌تخمینی‌تن تن‌در هکتار
۱	بخش‌فوقانی	۱۸/۵	۰/۳۱	۹/۲۲	۰/۵۱	۴۴	۲۷
"	بخش تحتانی	"	۰/۳۳	۱۶/۵۴	۰/۵۱	۵۵	۵۱/۵
"	۲	"	۰/۴۳	۱۵/۲۷	۰/۷۰	۲۰۰	۸۵
۲	بخش فوقانی	"	۰/۳۵	۵/۹۳	۰/۷۰	۲۰	۲۷
"	بخش تحتانی	"	۰/۳۶	۷/۳۱	۰/۷۰	۴۵	۳۴
"	۲	"	۰/۲۲	۵/۱۹	۰/۵۱	۴/۵	۱۰/۷
۳	—	"	۰/۳۲	۱/۹۹	۰/۷۰	۲۰	۸/۲
۴	—	"	۰/۳۸	۶/۹۳	۰/۵۱	۳۰	۴۲/۸
۵	—	"	۰/۳۱	۱۵/۴۳	۰/۳۳	۳۰	۲۹
۶	—	"	۰/۳۶	۱۵/۸۴	۰/۷۰	۷۰	۷۴
۷	—	"	۰/۳۱	۱۱/۹۲	۰/۹۰	۱۰۰	۶۱

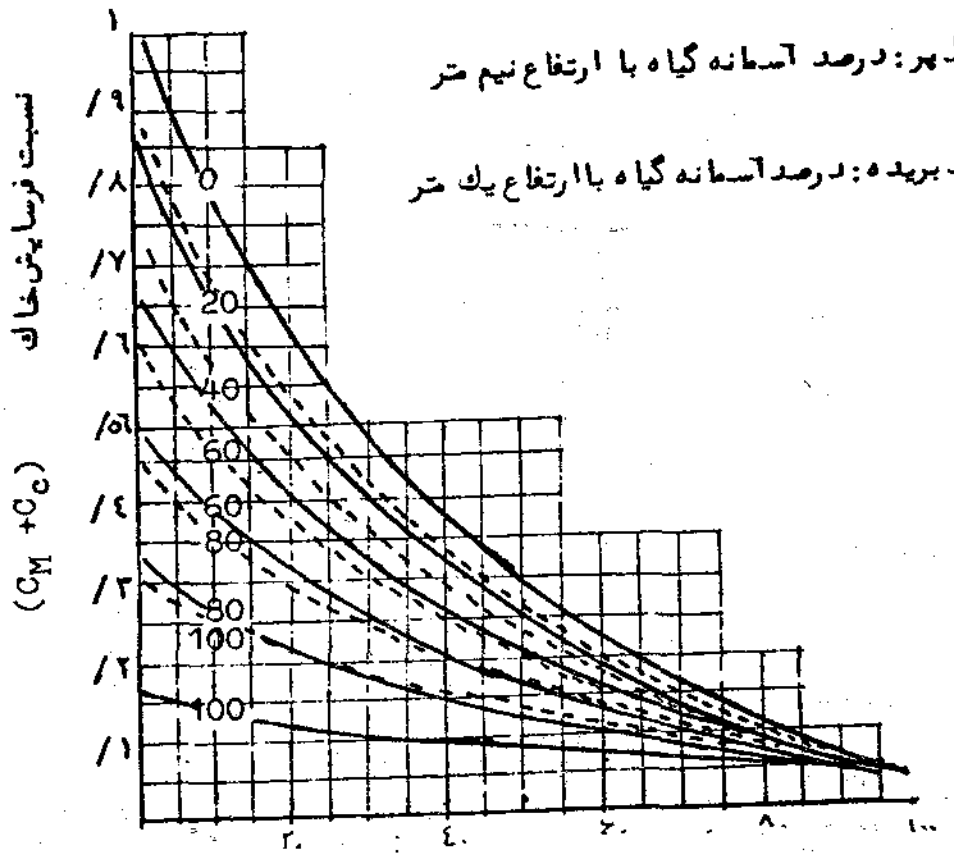


شکل (۴) اثر پوشش آشیانه گیاه در مقادیر $\frac{EI_{30}}{100}$ در ۴ ارتفاع مختلف آشیانه منبع شکل (۱)

(Wischmeier-75)

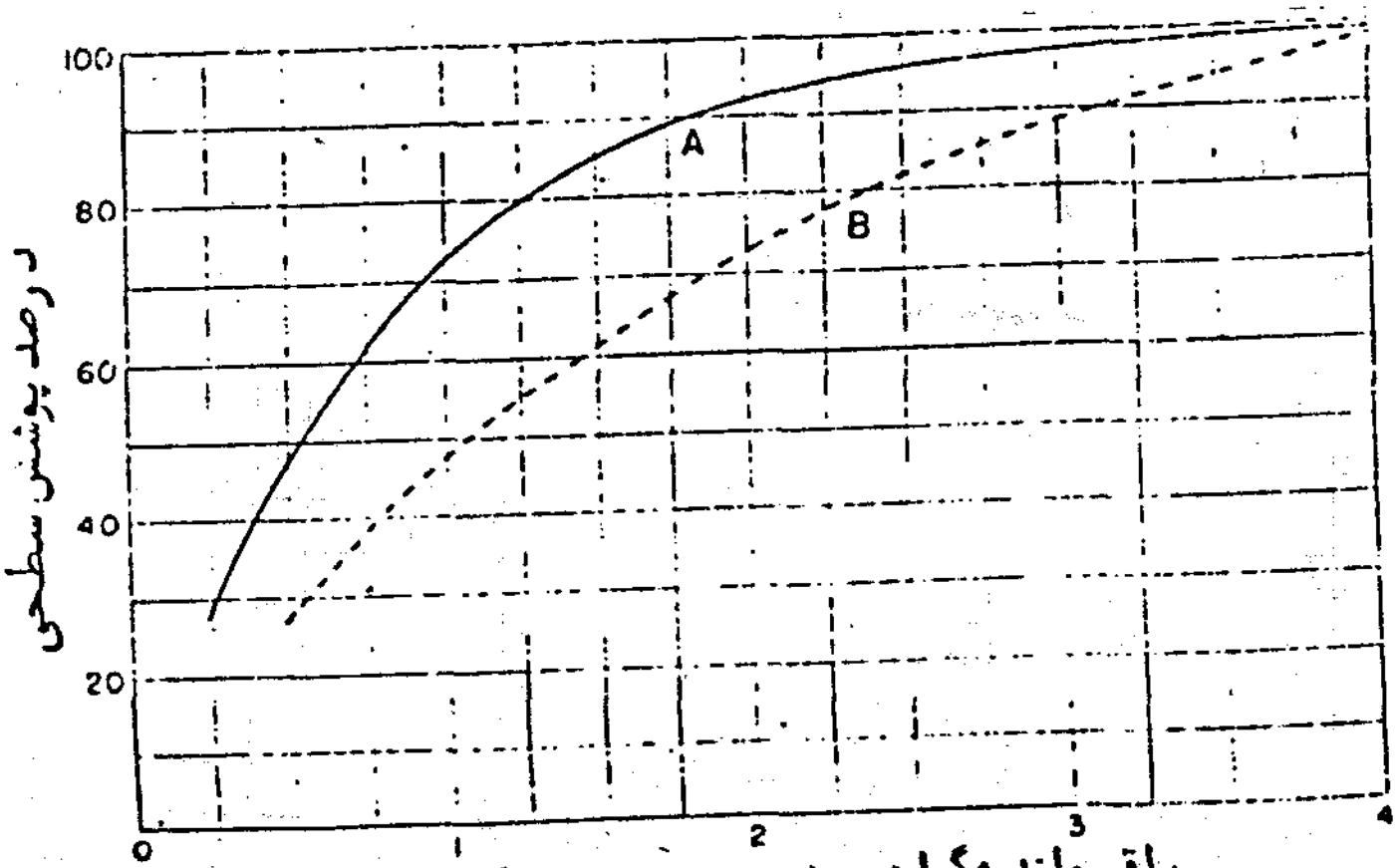
خط پر: درصد آشیانه گیاه با ارتفاع نیم متر

خط بریده: درصد آشیانه گیاه با ارتفاع یک متر



شکل (۵) اثر مشترک درصد پوشش سطحی و درصد آشیانه گیاه درنسبت فرسایش خاک در دو ارتفاع آشیانه، منبع : منحنیهای شماره ۶ و ۷ (ویشمیر اسمیت ۱۹۷۷)

(Wischmeier -Smith,1977)



شکل شماره (۴) رابطه درصد پوشش با مقدار مالچ، منحنی A برای کاه و کلش محصولات دانه ریز و منحنی B برای ساقه‌های قطعه قطعه شده ذرت

(8) $M = 1- EXP (-aRW)$

که در این رابطه RW مقدار کلش برحسب Kg درهکتار a برحسب ha/Kg که در غلات با وزن ۲ تن کلش مقدار آن ۰/۰۰۰۵ میباشد. سپس مقدار فاکتور پوشش سطحی (CM) از شکل ۵ منحنی با آسمانه صفر و یا رابطه (۹) استفاده شد.

(9) $CM = EXP (-2.5M)$

باتوجه به مصرف شدن کاه و کلش در منطقه فقط ۵۰۰-۴۵۰ کیلوکلش در هکتار در سطح مزارع پس از برداشت گندم باقی بماند باتوجه به رابطه (۸) درصد پوشش برای این مقدار کلش (M)۲۰% و مقدار ضریب پوشش سطحی (Cm) باتوجه به رابطه (۹) ۶% محاسبه شد و باتوجه به نقش بازمانده ریشه که معمولا" بین ۷% تا ۱ به ترتیب برای شرایط مناسب و غیرمناسب (متوسط ۰/۸۵) ضریب پوشش نهایی برای اراضی زیرکلوش گندم ۵۱% میباشد (۰/۵۱ = ۰/۶ × ۸۵/۰)

۳- ۴ در مورد قطعاتی که به صورت آیش تثبیت شده بودند علاوه بر محاسبه پوشش با مشخصات فوق اثرات تثبیت خاک نیز منظور گردید که برای پوشش و اثرات ریشه مطابق محاسبات فوق (۰/۵۱) و برای تثبیت خاک (۰/۶۵) درنظر گرفته شد و ضریب پوشش این قطعات ۰/۳۳ گردید (۰/۳۳ = ۰/۶۵ × ۰/۵۱)

۴ -۴ برای بستر بذر آماده کشت که هنوز کشت در آن انجام نشده بود رقم (۹/ انتخاب گردید زیرا متوسط ضریب پوشش بستر بذر (۰/۷۱) و زمینی کاملا" عاری از پوشش کلش و بقایای داخل خاک (۱) میباشد.

۵- فاکتور عملیات مدیریت اراضی (P):

درصورت ایجاد شخم و کشت تراز یاشخم و کشت نواری و یاتراس بندی سرعت هرز آب و توان حمل رسوبات، توسط آنها پائین می آید . در مناطق مطالعه شده فقط در یک مورد که کشت با گاو در جهت تراز انجام شده بود مشاهده شد ولی به علت شیب زیاد قطعه و طولانی بودن شیب این عملیات در کاهش فرسایش نقشی نداشته و فاکتور P در تمام موارد (۱)

انتخاب گردید و بدین ترتیب جدول (۴) که تمام پارامترهای فرمول جهانی مطالعه محاسبه شده است تشکیل گردید.

بحث و نتیجه گیری :

همانطوری که از جدول شمار (۴) مشاهده میشود هماهنگی مقادیر اندازه گیری شده با مقدار تخمین نسبتا" خوب بوده و دلالت بر سازگاری معادله جهانی برای استفاده در منطقه بمنظور تخمین سریعی از مسئله و تشخیص اراضی حساس و معرفی روشهای اصلاحی باتوجه به امکانات موجود برای جلوگیری از تخریب اراضی و حفظ قدرت تولیدی اراضی میباشد.

استفاده از رابطه جهانی تخمین فرسایش در مورد فرسایش صفحه‌ای (شیاری و بین شیاری) است وسایر چهره‌های فرسایشی مثل فرسایش خندقی، حاشیه رودخانه‌ای را مورد توجه قرار نمی دهد و مسایل ترسیب در مخازن و مشکلات آن را مطرح نمیسازد آنچه در این معادله مورد نظر است کاهش قدرت تولیدی اراضی از طریق اتلاف خاک سطحی است چنانچه بخواهیم از این معادله در مباحث مذکور استفاده نمائیم باید مطالعات نسبت پخش رسوب در حوزه‌های مختلف آبخیز باتوجه به چهره‌های مختلف فرسایشی و نقش آنها در تامین رسوب انجام گیرد.

استفاده از روش جهانی تخمین فرسایش برای برآوردفرسایش سالیانه برطبق آمارهای طولانی مدت و حداقل در یک سیکل بارش میباشد و استفاده از آن در رگبارهای انفرادی باید با احتیاط توام بوده و در تعیین فاکتورهای C و K دقت لازم مبذول گردد بخصوص بررسی وضعیت نفوذپذیری و رطوبت خاک قبل از وقوع رگبارش ضرورت کامل دارد، بعلت عدم وجود باران نگار ثبات به مقدار کافی استفاده از ارقام باران نگار دیواره سد قشلاق در فاصله ۲۰ -۳۰ کیلومتری که چند نقطه مطالعاتی را شامل بود بخصوص باتوجه به پستی و بلندی منطقه ارقام تخمین زده شده را تحت تاثیر قرار میدهد اعداد مربوط به فرسایش پذیری خاک در ۱۱ منطقه مورد مطالعه کم و بیش باهمدیگر مشابه و نسبتا" کوچک بوده تغییرات زیادی ندارند دلیل این امر رسی بودن بافت خاک و کم بودن مقدار لای و شن ریزاست که ۸۵/۰ تغییرات K در فرمول ارائه شده (۴) مربوط به آنها

میباشد و از طرف دیگر باتوجه به زراعت، انحصاری دیم مقدار ماده آلی کم و بیش یکسان و باتوجه به مقدار زیاد رس ساختمان خاک (ثبات خاکدانه) و نفوذپذیری عمقی پروفیل نیز کم و بیش در این منطقه یکسان میباشد.

در تعیین K جداکثر نقش نفوذپذیری مطابق رابطه (۴) فقط ۰/۱۲۵ میباشد و این نشان دهنده بارش های شدید در محل ابداع نموگراف و یا رابطه (۴) است که نقش کمی برای نفوذپذیری قائل است و این احتمالا" بامطالعه انجام شده که از شرایط مشابهی بهره منداست مطابقت دارد در سایر موارد که مقدار کل و شدت بارش پائین است برای تعیین K باید از باران سازها و یا باران طبیعی در دراز مدت در کرتهای استاندار که تمام پارامترها غیر از پارامتر K واحد است (شیب ۹% طول شیب ۲۲/۲ متر فاقد پوشش و کلش و عملیات اصلاحی) باید استفاده برد بدین ترتیب مقدار فرسایش کل بر شاخص فرسایندگی باران در طول مدت مطالعه فرسایش پذیری متوسط خاک را معرفی خواهند کرد،

$$K = \frac{A}{R}$$

سپس میتوان رابطه K بدست آمده را با سایر پارامترهای خاکی مثل مقدار آهک میزان نفوذپذیری خاک (نقش آنها در محل ابداع رابطه یا نموگراف کمتر در نظر گرفته شده است) بدست آورد،

باتوجه به فاکتور توپوگرافی بالا (شیب شدیدو طول شیب زیاد) عملیات شخم و دیسک تراز و یا کشت نواری در این شیب ها در جلوگیری از تمرکز هرزآب و کاهش فرسایش تاثیری ندارد و از طرف دیگر باتوجه به تولید ناچیز منطقه (حدود ۶۰۰ کیلو بذرگندم باضافه ۱۲۰۰ کیلوکلش)و خارج کردن کلش و مصرف آن در تعلیف احشام تنها راه جلوگیری از تخریب خاک و کاهش قدرت تولیدی بعضی از دیمات منطقه در حال حاضر ترک زراعت ،قرق کردن و پوشش دار شدن اراضی توسط گونه‌های مرتعی است . تراس بندی و رعایت اصول مهندسی حفاظت خاک (آبراهه ها و نهرهای انتقال آب) باتوجه به میزان بارش کم منطقه و اقتصادی نبودن زراعت دیم قابل توجیه نبوده و مقرون بصرفه نمیباشد.

منابع مورد استفاده :

۱- شاهوئی ،ص . ۱۳۶۸ . " بررسی فاکتورهای موثر در فرسایش خاک در ایستگاه تحقیقات حفاظت خاک و آب کوشین و تعمیم نتایج در تهیه نقشه فرسایش خاک آبخیز سرشاخه ملارود " ، پایان نامه فوق لیسانس خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران .

۲- وزیری ۱۳۶۲ . تجزیه وتحلیل رگبارهای ایران ، از انتشارات مجتمع فنی و مهندسی

3- H.M.J.Arnoldus, 1977. Predicting Soil Losses Due to sheet and Rill erosion. FAO Conservation Guide. No(1) 99-124.

4- G.F.Foster, and W.H.Wischmeier, 1974. Evaluating Irregular slopes for Soil losses prediction.

5- FAO, UNEP, UNESCO, 1979. A provisional methodology for soil Degradation Assesment. FAO, Rome, PP 84.

6- J.M. Gregory, 1982. Soil cover prediction with Various Amounts and Types of crop Residue, Transaction of ASAE. 25:333.337

7- P.J.Mahler 1979. Manual of Land Classification for Irrigation, 3rd Edition No(205) . Soil Institue of Iran.

8- W.H.Wischmeire and D.D.Smith . 1978. Predicting. Rainfall Erosion Losses, A Guide fo conservation Planning.USDA.Agr.H.537

9- W.H.Wischmeire, and J.V.Mannering, 1965. Relation of soil Properties to Its Erodibility, Soil Science society of America procedieng 33:131-137.

10 - D.Zachar, 1982. Soil Erosion, Development in Soil Science No(10), Elsevier.