تسطیح مستقیم سطوح

آبیاری بدون نیاز به سعی و خطا

تسطیح مستقیم سطوح آبیاری بدون نیازبه‌سعی وخطا

سیدفرهادموسوی وناصرحاجیان

استادیاردانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان ومربی دانشگاه شهرکرد

چکیده

تسطیح اراضی کشاورزی ، درجهت تعدیل پستی وبلندیهای زمین ، برای افزایش کارآئی وراندمان سیستمهای آبیاری سطحی مهم است . روشهای متداول تسطیح نظیرمرکزحجم ثابت ، حداقل مجذورات و میانگین وزنی ، برای تعدیل محل صفحه تسطیح نیازبه سعی وخطادارند. ایسا (۱۹۸۹) روش جدیدی رامعرفی کرده است که درآن صفحه تسطیح بطورمستقیم مشخص می شود. فرمولهای طراحی ، حالتهای مختلفی نظیر دوشیب کناری ، یک شیب ویک نقطه کنترل وبادونقطه کنترل رادرنظرمیگیرند. درمقاله حاضربرنامه ای کامپیوتری به زبان فرترن بنام LANDGRAD برای تعیین مشخصات نقاط شبکه ومقادیرخاکبرداری وخاکریزی برای چندین شکل زمین نوشته شده است . این برنامه یک Main بنام GRAD وسه برنامه زیراصلی بنامهای GRAD1 ، GRAD2و GRAD3 داردکه هرکدام مربوط به یک شکل زمین است . حجم های خاکبرداری وخاکریزی، درزمینهائی باشبکه مثلث یامستطیل ، ازروشهای سه گوشه وچهارگوشه نیزمقایسه‌شده اند. کاربرداین‌چنین برنامه‌هائی درحالتی که تعدادقطعات زراعی ووسعت آنهازیادباشدسبب تسریع محاسبات تسطیح خواهدشد.

مقدمه وبررسی منابع

تسطیح اراضی برای بهبودکارآئی سیستمهای آبیاری سطحی اهمیت دارد. برای بدست آوردن سطوح یکنواخت آبیاری ، طرح تسطیح اراضی عموما" شامل تعیین سه پارامترسطح (شیب درجهت آبیاری وعمود برآن وارتفاع مرکزثقل طبیعی زمین که صفحه تسطیح ازآن میگذرد) ، که میزان خاکبرداری وخاکریزی راتوازن بخشیده وجابجائی خاک رابه حداقل میرساند، میشود. بعضی ازروشهائی که برای این طرح عمومی توسعه یافته اندعبارتنداز روش مرکزحجم ثابت (راجو، ۱۹۶۶) ، حداقل مجذورات (جیوان ، ۱۹۴۵ ، چوگ ، ۱۹۴۷ ، اسمردون وهمکاران ، ۱۹۶۶ ، واسکالوپی وویلاردسون ، ۱۹۸۶)،باقیمانده‌های‌متقارن (شیه وکریز ، ۱۹۷۱)، برنامه ریزی خطی (سوول وهمکاران ، ۱۹۷۳) ومیانگین وزنی (ابن جلال وباهری ، ۱۳۵۹) . بعضی ازمزایا ومعایب این روشهابوسیله ابن جلال [۲]، عالمی [۴]واسکالوپی وویلاردسون [۱۲]بحث شده است .

ابن جلال [۱]دوروش میانگین وزنی وحداقل مجذورات رادرهجده قطعه زراعی باهم مقایسه نموده و نتیجه گرفته که بین تخمین های بدست آمده ازدوروش تفاوت معنی داری وجودندارد. ازروشهای دقیق‌حداقل مجذورات ، مرکزحجم ثابت وباقیمانده های متقارن میتوان درزمینهای منظم ویانامنظم استفاده کردولی محاسبات این روشهابقدری زیاداست که درصورت زیادبودن قطعات زراعی حتما" بایدازبرنامه های کامپیوتری استفاده کرد [۱] . دربسیاری ازشرایط عملی ، سطح تسطیح دارای دوپارامترثابت است ودرنتیجه فقط بایدپارامترسوم رابدست آورد [۹] . مثلا" درآبیاری نواری ، قاعدتا" شیب عرضی وجودنداردومحل ورود

آب به نوارنیزازقبل مشخص است وفقط بایدشیب طولی نوارمشخص گردد. مثال دیگر، آبیاری کرتی مسطح است که بایدفقط ارتفاع کرت مسطح رانسبت به یک مبناتعیین کرد [۵].

برای تسطیح اراضی بااستفاده ازروشهای فوق . غالبا" دربالاوپائین بردن صفحه تسطیح ازروش سعی وخطااستفاده میشودودرنتیجه کارآئی آنهازیادنیست . مثلا" درروش حداقل مجذورات ، ابتداجوابی بدست آورده میشودکه مجذورات رابه حداقل میرساندوسپس باسعی وخطامحل صفحه تسطیح تعدیل میگرددتاحجم خاکبرداری وخاکریزی توازن یابد.

برای فائق آمدن برمشکل سعی وخطادربالاوپائین بردن صفحه تسطیح ، ایسا [۹] روش جدیدی راارائه کرده است . این روش ، مشخصات موردنیازطرح راکه ممکنست شامل دوشیب کناری صفحه تسطیح ، یک شیب کناری ویک نقطه کنترل ویادونقطه کنترل باشدصریحا" درنظرمیگیرد.

هدف ازمقاله حاضرمعرفی وبررسی روش ایسا [۹]، ارائه یک برنامه کامپیوتری نوشته شده برای حل معادلات درهرحالت شبکه بندی زمین ، مقایسه حجمهای خاکبرداری وخاکریزی به طریقه سه گوشه[1] یاچهار-گوشه[2] وتلفیق این دوطریقه درروش جدیدبرای زمینهای مثلث ، مستطیل ویاذوزنقه شکل است .

روش کار

خلاصه ای ازفرمولهای تسطیح مستقیم برای زمینهای مستطیلی ، یاغیرمستطیلی ، توسعه یافته توسط ایسا [۹] دراینجاذکرمیگردد. درابتدا، حجم خاک[3] درحالت فعلی وپس ازتسطیح محاسبه شده وسپس فرمولهای طراحی اشتقاق مییابند.

۱ـ حجم خاک قبل ازتسطیح . نقشه برداری زمین بطریقی انجام میگیردکه ارتفاعات نقاط درمحل تقاطع خطوط شبکه مشخص شود.

۱ـ۱ـ مزارع مستطیلی شکل (شکل ۱ـ الف) . حجم خاک قبل ازتسطیح ازفرمول زیرحاصل میشود:

$$V_g = \frac{uv}{4} (S_1 + 2 S_2 + 4 S_3) \qquad (۱)$$

که درآن V_g حجم خاک ، u فاصله شبکه درجهت x ، v فاصله شبکه درجهت y ، S_1 مجموع ارتفاعات نقاط گوشه ای زمین ، S_2 مجموع ارتفاعات بقیه نقاط مرزی و S_3 مجموع ارتفاعات داخلی زمین است .

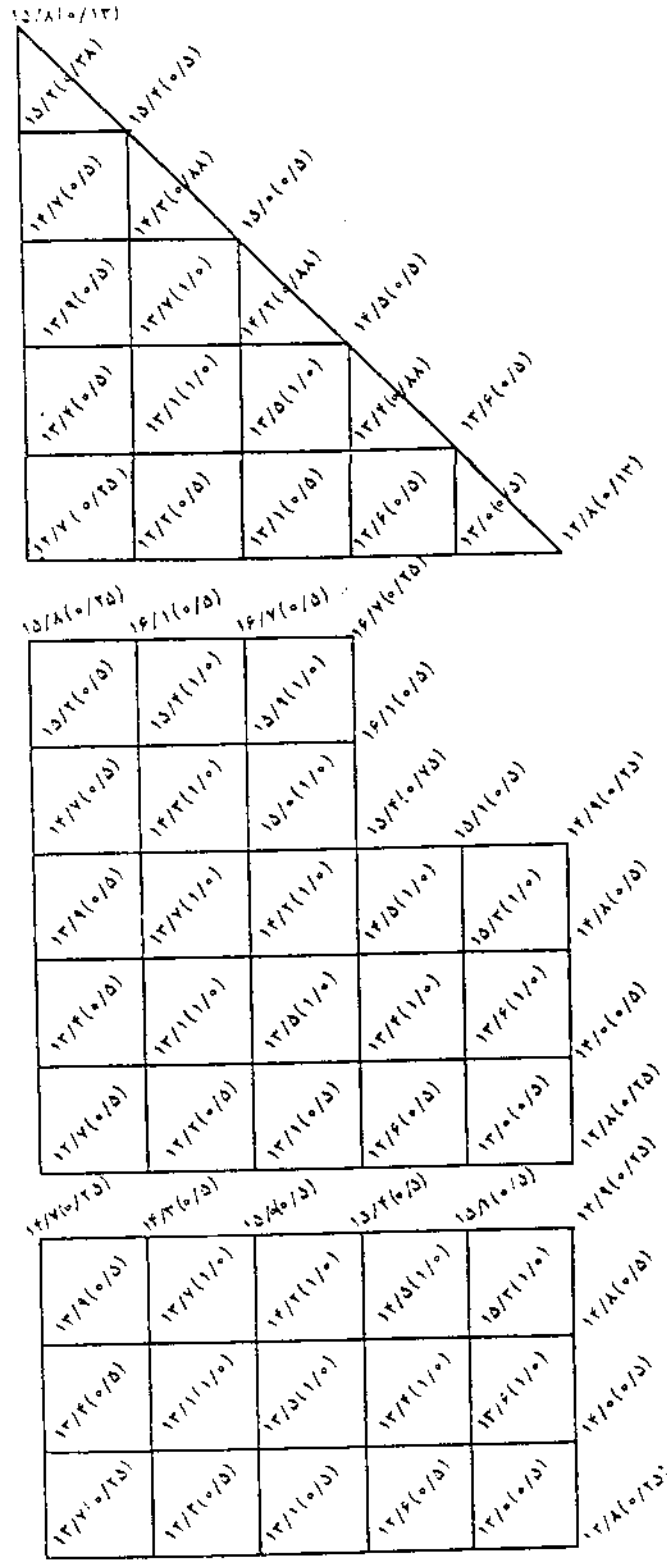
۱ـ۲ـ مزارع غیرمستطیلی شکل . اگرزمین دارای چندقسمت مستطیلی باشد(نظیرشکل ۱ـ ب)، حجم هرقسمت جداگانه محاسبه شده وبایکدیگرجمع میشود. اگرزمین بشکل مثلث باشد(شکل ۱ـ ج) حجم هرشبکه ازحاصلضرب متوسط ارتفاعات گوشه‌های آن درمساحت شبکه حاصل میشودوحجم کلی ازمجموعه حجم تمام شبکه هابدست میآید.

۲ـ حجم خاک پس ازتسطیح .ارتفاع صفحه تسطیح $H(x, y)$ درهرنقطه برابراست با:

$$H (x,y) = a + bx + cy \qquad (۲)$$

که a ارتفاع صفحه درمبداء ، و b و c شیب صفحه درجهت های x و y است .

1- Three-Point method 2- Four-Point method 3- Volume of ground



شکل ۱ـ شبکه بندی زمینهای باشکلهای مختلف . اعدادکناررئوس شبکه نشاندهنده ارتفاع اولیه واعدادداخل پرانتزوزنی است که به هرنقطه داده شده‌است .

۲-۱- زمینهای مستطیلی شکل . دراین زمینها ، حجم زمین بعدازتسطیح V_p ، ازرابطه (۳) بدست میآید:

$$V_p = Pa + Qb + Rc \qquad (۳)$$

که بعدازانتگرال گیری معادله (۴) مقادیر P، Q و R بدست میآیند:

$$V_p = \int_0^W \int_0^L H(x,y)\, dxdy \qquad (۴)$$

$$P = WL \quad , \quad Q = \frac{WL^2}{2} \quad , \quad R = \frac{W^2 L}{2} \qquad (۵)$$

که L و W بترتیب طول وعرض زمین است .

۲-۲- مزارع غیرمستطیل شکل . برای زمینی به شکل ۱-ب ، حجم خاک درزیرصفحه تسطیح برابر است با:

$$V_p = Pa + Qb + Rc \qquad (۶)$$

$$P = (L_1 W + (L - L_1) W_1) \qquad (۷)$$

$$Q = \frac{1}{2} (L_1^2 W + (L^2 - L_1^2) W_1) \qquad (۸)$$

$$R = \frac{1}{2} (L_1 W^2 + (L - L_1) W_1^2) \qquad (۹)$$

وبرای زمین مثلثی درشکل ۱ - ج :

$$V_p = Pa + Qb + Rc \qquad (۱۰)$$

و

$$P = \frac{WL^2}{2} \quad , \quad Q = \frac{WL^2}{6} \quad , \quad R = \frac{W^2 L}{6} \qquad (۱۱)$$

۳- فرمولهای طراحی . چون فرض میشودکه حجم خاک قبل وبعدازتسطیح یکسان است ، باماوی قراردادن V_p و V_g میتوان نوشت :

$$V_g = Pa + Qb + Rc \qquad (۱۲)$$

حالتهای عملی مختلفی رامیتوان درنظرگرفت که بااستفاده ازرابطه (۱۲) فرمولهای طراحی آنهابدست میآید. این حالتهاشامل دوشیب (b و c) ، یک شیب ویک نقطه کنترل ویادونقطه کنترل میشود.

۳-۱- حالت ۱ (b و c مشخص شده اند) . دراین موردمقدار a ازفرمول (۱۳) محاسبه میگردد:

$$a = (V_g - (Qb + Rc))/P \qquad (۱۳)$$

۳-۲-حالت ۲ (یک شیب ویک نقطه کنترل معلوم است) . دراین موردفرض کنیدکه شیب b ، مختصات نقطه کنترل وارتفاع آن h_1 داده شده باشد. دراینصورت ، شیب c برابراست با :

$$c = \frac{V_g + (Px_1 - Q) b - Ph_1}{(R - Py_1)} \qquad (۱۴)$$

۳-۳-حالت ۳ (دونقطه کنترل مشخص شده اند) . دراینصورت :

$$c = \frac{(h_1 - h_2)(Q - Px_1) - (x_1 - x_2) (V_g - Ph_1)}{(y_1 - y_2)(Q - Px_1) - (x_1 - x_2)(R - Py_1)} \qquad (۱۵)$$

$$b = \frac{(V_g - Ph_1) - (R - Py_1) c}{Q - Px_1} \qquad (۱۶)$$

۴-تعدیل برای انقباض خاک . فرمولهای فوق الذکربراساس حجم مساوی خاکبرداری وخاکریزی بدست آمده اند. امادرعمل بایدحجم خاکبرداری راکمی بیش ازخاکریزی درنظرگرفت که این مقدارانقباض بستگی به نوع خاک وشرایط کاری داردوتجربه عملی نقش عمده ای دارد.

۴-۱-حالت ۱ (دوشیب مشخص اند) . برای پائین بردن صفحه تسطیح تارسیدن به نسبت خاکبرداری به خاکریزی موردنظر (r ، معمولاً بین ۱/۲ تا ۱/۶) ازروابط زیراستفاده میشود:

$$\Delta a = \frac{(rF - C) (1 + T)}{P (r + T)} \qquad (۱۷)$$

$$T = \frac{\sum W_{ck}}{\sum W_{fk}} \qquad (۱۸)$$

که Δa میزان پائین بردن صفحه تسطیح ، C و F حجم خاکبرداری وخاکریزی و W_{ck} و W_{fk} وزنی است که به نقطه خاکبرداری یاخاکریزی k داده شده است . وزن یک نقطه به محل آن درشبکه بستگی داردوازصفرتا یک تغییرمیکند (شکل ۱) . درشبکه های مربع شکل برای محاسبه حجم های خاکبرداری وخاکریزی میتوان ازروش چهارگوشه (اندرسون وهمکاران ، ۱۹۸۵) ودرسایرزمینهاازروش سه گوشه (ایسا ، ۱۹۸۸) استفاده کرد.

۴-۲-حالت ۲ (یک شیب ویک نقطه کنترل معلومند) . دراین موردنیزفاکتورهای تعدیل صفحه بدست میآیند:

$$\Delta c = \frac{(rF - C)(1 + T)}{(R - Py_1)(r + T)} \qquad (۱۹)$$

$$\Delta a = y_1 \Delta c \qquad (۲۰)$$

$$T = \frac{\sum (x_{ck} - x_1) W_{ck}}{\sum (x_{fk} - x_1) W_{fk}} \qquad (۲۱)$$

بهمین صورت ، اگرشیب c ویک نقطه کنترل مشخص باشد،

$$\Delta b = \frac{(rF - C)(1 + T)}{(Q - Px_1)(r + T)} \qquad (۲۲)$$

$$\Delta a = -x_1 \Delta b \qquad (۲۳)$$

$$T = \frac{\sum (x_{ck} - x_1) W_{ck}}{\sum (x_{fk} - x_1) W_{fk}} \qquad (۲۴)$$

۴-۳-حالت ۳ (دونقطه کنترل داده شده است) . اگرچه فاکتورتعدیل رامیتوان درموردهردونقطه کنترل بدست آوردامادروش آن بسیارپیچیده است ونیازبه تقریبهای زیادی دارد. ازاین جهت ، اگردونقطه کنترل برروی یکی ازجهت های x یا y قرارگیرند، شیب حاصله ویکی ازنقاط کنترل رادرنظرگرفته واز فرمولهای حالت ۲ استفاده میشود.

برنامه کامپیوتری LANDGRAD

برای محاسبه سریع حجم خاک درزیرسطح طبیعی زمین ، ارتفاع نقاط پس ازتسطیح ، حجم خاکبرداری وخاکریزی بروش سه گوشه یاچهارگوشه ، فاکتورتعدیل برای انقباض خاک وارتفاع نهائی نقاط ، یک برنامه-کامپیوتری بنام LANDGRAD بزبان فرترن نوشته شده است . این برنامه شامل یک متن اصلی بنام GRAD وسه برنامه زیراصلی بنامهای GRAD1 ، GRAD2 و GRAD3 است که هرکدام برای یک موردازشکل ۱ نوشته شده است . این برنامه نیازبه یک فایل ورودی داردکه اطلاعاتی ازقبیل تعدادنقاط شبکه ، ارتفاع مبنا ، حداقل وحداکثر x ، حداقل وحداکثر y ، تعدادردیفهاوستونها ، فاصله شبکه درجهت x و y ، ارتفاعات اولیه ووزنهای نقاط شبکه ، شیب هاومشخصات نقاط کنترل درآن داده میشود. نوع شکل زمین (باتوجه به سه موردشکل ۱) بصورت IGRID (بترتیب برابر۱ تا ۳) درفایل وردوی داده میشود. فاکتورتعدیل برای انقباض خاک دربرنامه اصلی برابر۱/۳ درنظرگرفته شده است (البته میتوان عددموردنظردرهرمنطقه رابجای آن نوشت) . جدول ۱ طریقه واردکردن اطلاعات رانشان میدهد.

برای محاسبه حجم خاکبرداری وخاکریزی درزمینهای باشبکه های مربع به روش چهارگوشه[۶]از فرمولهای زیراستفاده شده است :

$$C = \frac{u^2}{4} \left(\frac{H_c^2}{H_c + H_f} \right) \qquad (۲۵)$$

$$F = \frac{u^2}{4} \left(\frac{H_f^2}{H_c + H_f} \right) \qquad (۲۶)$$

که H_c و H_f بترتیب مجموع عمقهای خاکبرداری وخاکریزی دریک شبکه چهارگوشه است . درموردزمینهای باشبکه مثلث شکل :

جدول ۱ـ طریقه واردکردن اطلاعات اولیه مدل کامپیوتری.

Users Guide For Program LANDGRAD

LINE	COL.	FORMAT	CHARACTER	DESCRIPTION
1	1-5	I5	IGRID	grid type. 1)one rectangular grid; 2)two rectangular sections ; 3)triangular grid.
	6-10	I5	NP	number of points
	11-20	F10.3	HO	reference elevation
	21-30	F10.2	XMIN	minimum x value
	31-40	F10.2	XMAX	maximum x value
	41-50	F10.2	YMIN	minimum y value
	51-60	F10.2	YMAX	maximum y value
2	1-5	I5	NR	number of rows
	6-10	I5	NCO	number of columns
	11-20	F10.2	DX	grid distance in x direction
	21 30	F10.2	DY	grid distance in y direction
NOTE: If IGRID is 2 then line 2 should be as following:				
2	1-5	I5	N1R	no. of rows in the first section
	6-10	I5	N1C	no. of cols. in the first section
	11-15	I5	N2R	no. of rows in the second section
	16-20	I5	NC	total no. of columns
	21-30	F10.2	DX	grid distance in x direction
	31 40	F10.2	DY	grid distance in y direction
3	1-10	F10.2	X	X coordinate of the points
	11-20	F10.2	Y	Y coordinate of the points
	21-30	F10.3	H	elevation of the points
	31-40	F10.2	W	weights of the points
NOTE: Line 3 must be repeated as many as you have points.				
4	1-5	I5	ICASE	case number. If ICASE=1,then
5	6-15	F10.5	SX	slope along x axis
	16-25	F10.5	SY	slope along y axis
4	1-5	I5	ICASE	if ICASE=2, then
5	1-3	A3	SAX	it means that slope along the x axis is given
6	1-10	F10.5	SX	value of slope along x axis
	11-20	F10.2	X1	X coordinate of the control point
	21-30	F10.2	Y1	Y coordinate of the control point
	31-40	F10.3	H1	elevation of the control point
4	1-5	I5	ICASE	ICASE=2 but
5	1-3	A3	SAY	slope along y axis is given
6	1-10	F10.5	SY	value of slope along y axis
	11-20	F10.2	X1	X coordinate of the control point
	21-30	F10.2	Y1	Y coordinate of the control point
	31-40	F10.3	H1	elevation of the control point
4	1-5	I5		ICASE=3 . If two control points are given so that they fall on a line parralel to one of the axes, then this is equal to ICASE=2 and lines 4,5,6 read as:
5	1-10	F10.2	X1	X coor. of the first control point
	11-20	F10.2	Y1	Y coor. of the first control point
	21-30	F10.3	H1	elev. of the first control point
	31-40	F10.2	X2	X coor. of the second control point
	41-50	F10.2	Y2	Y coor. of the second control point
	51-60	F10.3	H2	elev. of the second control point

NOTE: Lines 4,5, and 6 must be typed twice with any ICASE number.

$$F = \frac{uv}{6} \left(\frac{f_1^3}{(f_1 + f_2)(f_1 + f_3)} \right) \qquad (۲۷)$$

که f_1 عمق خاکریزی و f_2 و f_3 عمق خاکبرداری هستندومقادیرمطلق آنهادرفرمول واردمیشود. همچنین :

$$C = F + \frac{uv}{6} (f_1 + f_2 + f_3) \qquad (۲۸)$$

که مقادیرجبری f_1 تا f_3 استفاده میشود. u و v بترتیب فاصله شبکه درجهت x و y است . درصورتیکه دو گوشه زمین خاکریزی ویک گوشه آن خاکبرداری داشته باشددرفرمولهای (۲۷) و (۲۸) جای F و C عوض میشود.

کاربرد

شبکه بندی های مختلف شکل ۱ رادرنظربگیرید. ارتفاعات نقاط شبکه برحسب مترداده شده است. فاصله میخکوبی ۲۰ یا ۳۰ متردرنظرگرفته میشود. پارامترهای طراحی صفحه تسطیح بطریقی تعیین میگردند که نسبت نهائی حجم خاکبرداری به خاکریزی ۱/۳ شود. بعضی ازحالت های مختلف زیرنیزدرموردهرنوع شکل زمین مدنظرخواهدبود:

۱ـ شیب صفحه تسطیح درجهت x برابرصفر (b = ۰) ودرجهت y برابر ۰/۸ درصد (c = ۰/۰۰۸) است .

۲ـ شیب صفحه تسطیح درجهت x برابرصفراست وصفحه بایدازنقطه مبداء به ارتفاع ۱۳ مترعبورکند.

۳ـ صفحه تسطیح بایدازنقطه مبداء به ارتفاع ۱۲/۴ ونقطه ای به طول ۹۰ متروعرض صفروارتفاع ۱۲/۵ متر عبورکند.

جداول ۲ تا ۴ حاصل عملیات رانشان میدهندکه ازخروجی های برنامه کامپیوتری LANDGRAD استخراج گشته اند. دراین جداول، TDC مجموع عمقهای خاکبرداری ، TDF مجموع عمقهای خاکریزی، TVC و TVF مجموع حجمهای خاکبرداری وخاکریزی قبل ازتنظیم صفحه تسطیح وَTVC وَTVF مجموع حجمهای خاکبرداری و خاکریزی پس ازتنظیم صفحه تسطیح است وبقیه پارامترهانیزقبلا" تعریف شده اند.

درجدول ۲، عمقهای خاکبرداری وخاکریزی برای زمانیکه مقدار Δx و Δy برابرنیست به دوروش سه‌گوشه وچهارگوشه محاسبه شده است . تفاوت اعداداین دوروش کاملا" مشهوداست . درشکل ۲ ، عمقهای نهائی خاکبرداری وخاکریزی برای حالت ۱ وتساوی Δx و Δy پس ازتنظیم صفحه تسطیح نشانداده شده است .

درجدول ۳ ، هرسه حالت صفحه تسطیح برای دونوع فاصله شبکه وزمینی که ازدوقسمت منظم تشکیل شده بیان شده است . حجمهای خاکریزی وخاکبرداری به روش چهارگوشه محاسبه شده اند. عمقهای خاکبرداری وخاکریزی برای حالت ۱ وزمانی که $\Delta x = \Delta y = ۳۰$ متراست درشکل ۲ دیده میشوند.

جدول ۴ پارامترهای مختلف صفحه تسطیح رابرای حالت دوم قسمت ج شکل ۱ نشان میدهد. دراین جدول ، حجم خاکبرداری وخاکریزی درهرصورت فاصله شبکه ازروش سه گوشه محاسبه میشودچونکه تعدادی مثلث درسمت راست زمین قراردارد. عمقهای خاکبرداری وخاکریزی پس ازتنظیم صفحه تسطیح درشکل ۲

جدول ۱-پارامترهای محاسبه شده برای حالت ۱ قسمت الف شکل ۱ . مقدار S_x و S_y ارقام مشخص میباشد.

پارامتر	$\Delta x = \Delta y = 20$ m	$\Delta x = 20$ m و $\Delta y = 10$ m
V_g (m^3)	۵۲۶۴۷	۲۵۰۸۵
S_x	۰/۰۴۰	۰/۰۲۰
S_y	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵
a	۱۱/۷۲۲	۱۲/۶۹۸
TDC (m)	۸/۸۲	۶/۰۲
TOF (m)	۹/۱۸	۶/۲۸
TVC (m^3)	۲۷۲۲	۱۷۷۷ (۱۸۲۲)
TVF (m^3)	۲۷۲۲	۱۷۷۷ (۱۸۲۷)
T	۱ ۰۲۷	۱/۱۲۲
Δ a (m)	۰/۰۷۲۶	۰/۰۵۲۰
TVC' (m^3)	۴۵۹۲	۲۰۲۷
TVF' (m^3)	۲۰۰۰	۱۵۷۰

■ اعداد داخل پرانتز حجمهای خاکبرداری وخاکریزی به روش سه گوشه می باشند.

جدول ۲-پارامترهای محاسبه شده برای سه حالت قسمت ب شکل ۱ .

پارامتر	$\Delta x = \Delta y = 20$ m			$\Delta x = 20$ m و $\Delta y = 20$ m		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳
V_g (m^3)	۸۲۹۱۲	۸۲۹۱۲	۸۲۹۱۲	۵۵۲۷۵	۵۵۲۷۵	۵۵۲۷۵
S_x	۰	۰	۰/۰۰۰۱	۰	۰	۰/۰۰۰۱
x_1	–	۰	۰	–	۰	۰
y_1	–	۰	۰	–	۰	۰
H_1	–	۱۲/۰	۱۲/۲	–	۱۲/۰	۱۲/۲
S_y	۰/۰۰۸	۰/۰۲۰۹	۰/۰۲۸۹	۰/۰۰۸	۰/۰۲۱۲	۰/۰۲۲۲
a (m)	۱۲/۸۵۶	۱۲/۰	۱۲/۴	۱۲/۰۴۲	۱۲/۰	۱۲/۲
TDC (m)	۱۲/۲۲	۵/۲۲	۵/۲۱	۱۲/۹۶	۵/۲۲	۵/۲۱
TOF (m)	۱۱/۷۶	۵/۲۲	۵/۵۲	۱۲/۲۲	۵/۲۲	۵/۵۲
TVC (m^3)	۶۰۲۶	۲۹۰۶	۲۸۰۲	۲۵۵۹	۱۹۲۷	۱۸۶۹
TVF (m^3)	۶۰۲۶	۲۹۰۶	۲۸۰۲	۲۵۵۹	۱۹۲۷	۱۸۶۹
T	۰/۸۸۶	۰/۵۲۸	۰/۲۸۰	۰/۸۸۶	۰/۵۲۸	۰/۲۸۰
Δ c	–	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۵	–	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۸
Δ a	۰/۰۸۲	۰	۰	۰/۰۹۲	۰	۰

جدول ۳-پارامترهای مختلف (ارقامی باسحاسبه شده) برای حالت دوم قسمت ج شکل ۱ .

پارامتر	$\Delta x = \Delta y = 20$ m	$\Delta x = 20$ m و $\Delta y = 20$ m
V_g (m^3)	۲۲۶۲۵	۲۸۲۲۰
S_x	۰	۰
x_1	۰	۰
y_1	۰	۰
H_1	۱۲/۰	۱۲/۰
S_g	۰/۰۱۵۸	۰/۰۲۲۷
a	۱۲/۰	۱۲/۰
TDC(m)	۲/۱۲	۲/۱۲
TOF (m)	۲/۶۲	۱/۶۲
TVC (m^3)	۱۲۲۲	۷۶۲
TVF (m^3)	۱۲۲۲	۷۶۲
T	۱/۲۲۵	۱/۲۲۵
Δ c(m)	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۸
Δ a (m)	۰	۰
TVC'	۱۲۵۲	۹۰۲
TVF'	۱۰۲۸	۶۹۹

نشانداده شده است .

فهرست منابع

۱ـ ابن جلال ، ر . ۱۳۶۵ . مقایسه روش میانگین وزنی باروش حداقل مجذورات برای محاسبه بهترین شیب درتسطیح اراضی ، مجله علوم کشاورزی ، شماره یازدهم ، صفحات ۴۱ـ۲۶ .

۲ـ ابن جلال ، ر. ۱۳۷۰ . تسطیح اراضی (طراحی ومحاسبات) ، دانشگاه شهیدچمران ، اهواز، ۲۹۲ صفحه .

۳ـ ابن جلال ، ر. و ا . باهری . ۱۳۵۹ . تسطیح اراضی (نقشه برداری ومحاسبات) ، نشریه شماره ۱۳۵/۳۵ دانشگاه شهیدچمران ، اهواز، ۸۱ صفحه .

۴ـ عالمی ، م . ح . ۱۳۶۱ . تسطیح اراضی ، انتشارات دانش وفن ، ۹۸ صفحه .

۵ـ مصطفی زاده ، ب . و ف . موسوی . ۱۳۶۸ . آبیاری بروش کرتی مسطح ، جهاددانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان ، ۲۸ صفحه .

6- Anderson, C., et al. 1980. Land shaping requirements. In Design and Operation of Farm Irrigation Systems. M. Jensen, ed., Am. Soc. of Agric. Engs. St. Joseph, Mich., 281-314.

7- Chugg, G.E. 1947. Calculations for land gradation. Agric. Engrg. 28 (10): 461-463.

8- Easa, S.M. 1988. Three-Point method for estimating cut and fill volumes of land grading. J. Irrig and Drain. Engrg., ASCE, 114(2): 505-511.

9- Easa. S.M. 1989. Direct land grading design of irrigation plane surfaces. J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 115(2): 285-301.

10- Givan, C.V. 1940. Land grading calculations. Agric. Engrg. 21(1): 11-12.

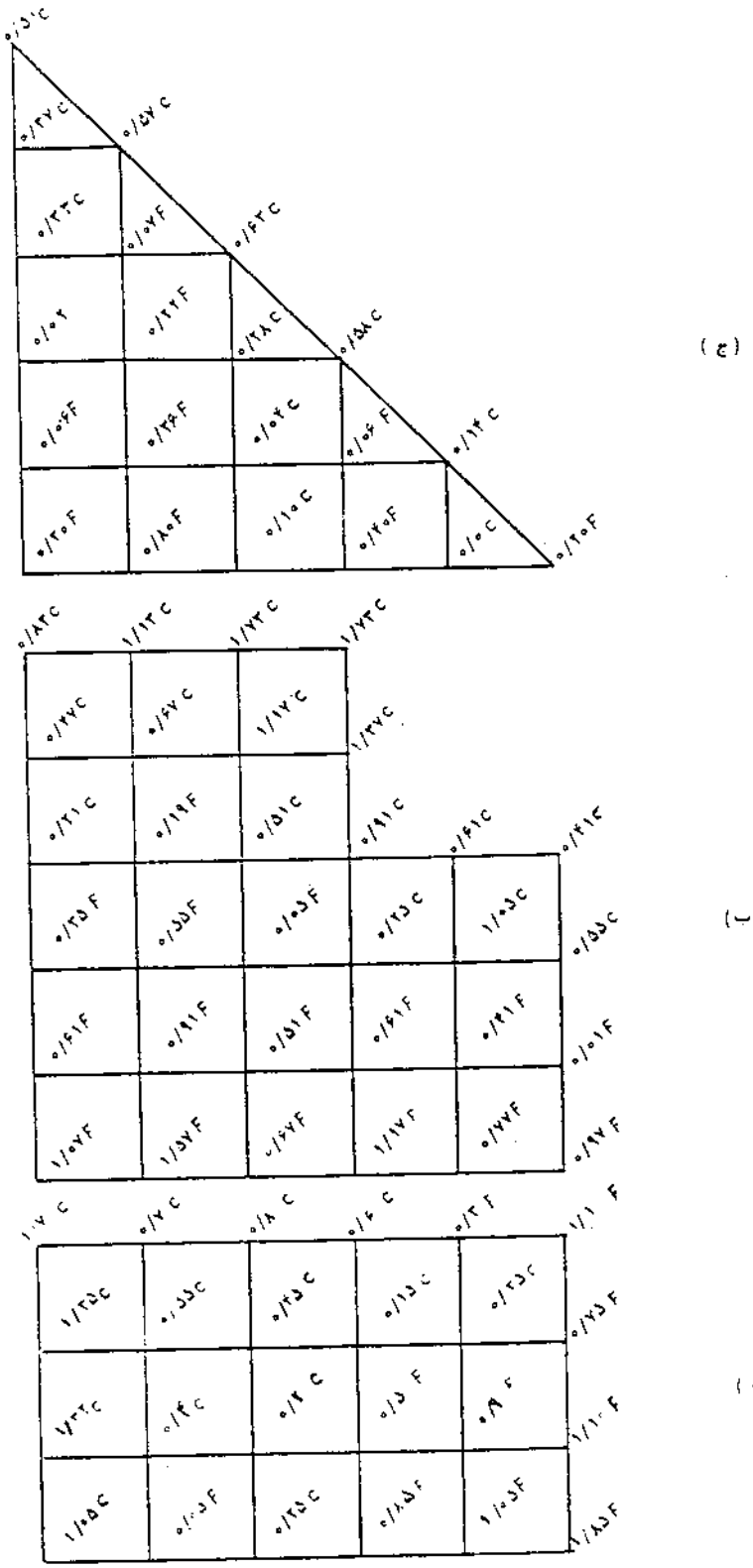
11- Raju, V. 1960. Land grading for irrigation. Trans. ASAE, 3(1): 38-41.

12- Scaloppi, E., and L. Willardson, 1980. Practical land grading based on least squares. J. Irrig. and Drain. Engrg. ASCE, 112(2):98-109.

13- Shih, S.,and G. Kriz. 1971. Symmetrical residuals method for land forming design. Trans. ASAE, 14(6):1195-1200.

14- Smerdon, E., et al. 1966. Electronic computers for least-cost land-forming calculations. Trans. ASAE, 9(2):190-193.

15- Sowell, R., S. Shih, and G. Kriz.1973. Land forming design by linear programming . Trans. ASAE, 16(3):296-301.



شکل ۲ـ عمق خاکبرداری (C) ویاخاکریزی (F) برای بعضی حالات زمینهای شکل ۱.

Direct Grading of Irrigation Surfaces Without Trial and Error

S.F. Mousavi, and N. Hajian

Assistant Professor, College of Agriculture
Isfahan University of Technology, and M.S.,
Shahrekord University

ABSTRACT

Grading of agricultural lands, for adjusting up and downs of the land, is important for increasing efficiency of surface irrigation systems. The existing land grading design methods such as fixed - volume center, least squares and weighted average require trial and error to determine the location of grading plane. Easa (1989) has introduced a new method in which the grading plane is determined directly. Design formulas consider different specifications such as two edge slopes, one slope and a control point, and two control points. In this paper, a computer program named" LANDGRAD" is written to determine characteristics of grid points and cut and fill volumes for different grid types.This program has a Main called" GRAD " and three Submains of GRAD1, GRAD2, and GRAD3, each related to one type of land shape. The cut and fill volumes, in triangular or rectangular grids, are compared by three - Point and four - Point methods. Application of such programs, where the number and area of agricultural lands is large, results in fast land grading calculations.