برآورد هزینه عدم توجه به مقدار صحیح احتمال وقوع یک روز کاری در مکانیزا سیون

روزبه عباس زاده[1]- علیرضا کیهانی[2]

چکیده

احتمال وقوع یک روز کاری (Pwd) برابر است با نسبت تعداد روزهای قابل کار به روزهای موجود در فصل کاری. به طور کلی تعداد روزهای کاری در هر دوره زمانی تابعی از ناحیه آب و هوایی، شیب سطح زمین، نوع خاک، مشخصات زهکش، نوع عملیات و نیز نوع ادوات مورد استفاده می‌باشد.

مقدار Pwd در بعضی از روابط ریاضی مورد استفاده در مکانیزاسیون از اهمیت بسزایی برخوردار است و به عنوان یکی از عوامل مؤثر در محاسبه اندازه بهینه ظرفیت مؤثر زراعی، محاسبه ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر برای انجام عملیات و محاسبه هزینه به موقع انجام نشدن عملیات بکار می‌رود. در کشورهای پیشرفته در امر مکانیزاسیون جداول و نمودارهایی به منظور تعیین مقدار صحیح Pwd در مناطق گوناگون و زمانهای مختلف سال، تهیه شده است که در این مقاله به نمونه‌هایی از آنها اشاره خواهد شد. متأسفانه در ایران، چنین جداولی در اختیار کارشناسان ذیربط قرار ندارد و لذا مقدار Pwd در محاسبات مکانیزاسیون یا اصلا در نظر گرفته نمی‌شود یا مقدار آن برابر با ۵۰٪ منظور می‌گردد. در این مقاله حساسیت روابط به متغیر Pwd مورد بحث قرار می‌گیرد و با تغییرات انجام شده در این متغیر در نهایت اثر آن روی هزینه‌های مربوط به یک مزرعه نمونه مشخص می‌گردد. نشان داده می‌شود که عدم دقت در انتخاب صحیح Pwd، هزینه‌های قابل توجهی را به دنبال خواهد داشت. نهایتاً با توجه به حساسیت روابط و همچنین عوامل مؤثر در مقدار Pwd، پیشنهادهایی در مورد نحوه تعیین این متغیر ارائه می‌شود.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران

۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران

روش انجام تحقیق: مراجعه به سازمانهای ذیربط و استفاده از اطلاعات و آمار و تحلیل ریاضی.

نتایج: روابط، حساسیت قابل ملاحظه‌ای از خود نشان داده‌اند که این حساسیت با توجه به هزینه‌هایی که در پی دارد لزوم تهیه جداولی مشابه جداول ذکر شده را، در ایران، بیش از پیش مشخص می‌کند.

واژه‌های کلیدی: مکانیزاسیون، احتمال وقوع یک روز کاری، اندازه بهینه ظرفیت مؤثر زراعی، ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر برای انجام عملیات، هزینه به موقع انجام نشدن عملیات.

۱- مقدمه

احتمال وقوع یک روز کاری برابر است با نسبت تعداد روزهای قابل کار به روزهای موجود در فصل کار ی. برای روشنتر شدن مطلب مثالی ارائه می‌شود. فرض می‌کنیم اداره کشاورزی یک منطقه بر اساس تقویم خود زمان مناسب برای کاشت گندم دیم را از اول تا سی‌ام آبان ماه اعلام کند. هدف از این اعلام، اطلاع رسانی به کشاورز به منظور برنامه‌ریزی برای سال آینده می‌باشد تا با انتخاب صحیح تعداد ماشینها. از به وجود آمدن هزینه‌های به موقع انجام نشدن عملیات جلوگیری کند. ولی ما فقط می‌دانیم که یک ماه از نظر زمانی برای کاشت مناسب است. اما شاید سال آینده در فاصله زمانی این یک ماه، ۱۵ روز بارندگی باشد و ده روز که بارندگی نیست انجام کار به علت شرایط خاک و مقدار رطوبت آن غیر ممکن باشد و یا ممکن است ۱۰ روز از این ۳۰ روز بارندگی باشد و ۵ روز نیز علیرغم آفتابی بودن هوا شرایط خاک برای انجام عمل کاشت نامناسب باشد و بدین شکل حالتهای گوناگونی ممکن است اتفاق بیفتد. به هر حال ما از کجا می‌توانیم به این اطلاعات مهم و مورد نیاز دست یابیم؟ کشاورز می‌خواهد حداقل با یک احتمال بداند که چه مدت از این ۳۰ روز که اداره کشاورزی اعلام کرده است که برای کاشت گندم دیم در این منطقه مناسب است (تقویم زراعی)، واقعاً قابل استفاده است (تقویم ماشینی) حال اگر ما با انجام مطالعات مستمر، عدد ۰/۶ را به عنوان Pwd برای این منطقه و برای این تاریخ بدست آورده باشیم. متوجه می‌شویم که در ۱۸ روز (۳۰× ۰/۶) از این ۳۰ روز شرایط جوی و نوع خاک اجازه انجام عملیات کاشت را می‌دهند. وقتی که

این عامل مشخص شد هم کشاورز می‌تواند به راحتی ماشینهای مورد نیاز خود را پیش‌بینی کند و هم مدیریت کشاورزی این منطقه با فرض ۱۰۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت گندم دیم در این منطقه و با توجه به تعداد ماشینهای کشاورزی موجود که برای عملیات کاشت وجود دارند، می‌تواند با توجه به تمام عوامل (سطح کار، زمان، ماشینها) تعداد ماشینهای مورد نیاز برای انجام کاشت گندم دیم را برآورد کند و با توجه به شرایط، به رفع کمبود ماشینها به شکل خرید یا اجاره اقدام کند. در این صورت می‌توان یک فصل کاری موفق که در آن عملیات کاشت به موقع انجام می‌شود را انتظار داشت.

به طور کلی تعداد روزهای کاری در هر دوره زمانی تابعی می‌باشد از ناحیه آب و هوایی، شیب سطح زمین، نوع خاک، مشخصات زهکشی، نوع عملیات و نیز نوع ادوات مورد استفاده.

بنابراین باید در هر منطقه با توجه به شرایط ذکر شده قبل از شروع کار، روزهای مناسب کاری برای انجام هر یک از مراحل عملیات پیش‌بینی شود.

شایان ذکر است که Pwd در بعضی از روابط مهم مکانیزاسیون به عنوان یکی از عوامل مؤثر بکار می‌رود و این روابط عبارتند از: محاسبه اندازه بهینه ظرفیت مؤثر زراعی، محاسبه ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر برای انجام عملیات و محاسبه هزینه به موقع انجام نشدن عملیات.

روابط دوم و سوم در بخش مواد و روشها مورد بررسی قرار می‌گیرند و در اینجا تنها به ذکر رابطه محاسبه اندازه بهینه ظرفیت مؤثر زراعی می‌پردازیم. در ضمن در بخش نتایج و بحث رابطه بین این توابع با مقدار Pwd با فرض ثابت بودن سایر عوامل، توسط نمودارهایی نشان داده می‌شود.

از نظر ریاضی ظرفیت مزرعه‌ای که حداقل هزینه و در نتیجه حداکثر سود را برای یک ماشین بتواند در بر داشته باشد می‌تواند با ترکیب کلیه معادلات هزینه در یک معادله تعیین گردد، معادله زیر اندازه بهینه ظرفیت مؤثر زراعی را با توجه به کلیه عوامل مؤثر محاسبه می‌کند:

$$M_{oc} = \sqrt{\frac{100A}{C_O k_P}\left[L_C + T_{fc} + \frac{K_3 AYV}{ZG(Pwd)}\right]}$$

(1-1)

متأسفانه در کشور ما برای هیچ یک از مناطق مقدار Pwd بدست آورده نشده است و بـه همـین خـاطر در هنگـام استفاده از فرمولی که ذکر شد و همچنین سایر فرمولهایی که Pwd یکی از فاکتورهای موجود در آنها باشد، مقـدار Pwd به صورت تقریبی و غیر کارشناسی گذاشته می‌شود.

در پایان این بخش مثالهایی از جداول و نمودارهایی که برای بدست آوردن Pwd مورد استفاده قرار می‌گیرد آورده شده است. به دلیل نو پا بودن علم مکانیزاسیون کشاورزی در کشور ما و عدم

وجود این گونه جداول، از منابع مختلف علمی مرتبط با مکانیزاسـیون در کشـورهای پیشـرفته تـر در ایـن زمینـه، استفاده شده است.

شکل ۱-۱

Table 3 – Probabilities for a working day

	Region	Central Illinois		State of Iowa		Southeastern Michigan		State of South Carolina		Southern Onatario Canada		Mississippi Delta	
	Soil	Prairie soils		State average		Clay loam		Clay loam		Clay loam		Clay	
	Notes	18 yr data In early spring and late fall, pwd in Iowa and Illinois may be 0.07 greater in North wand West and 0.07 less in South and East		17 yr data		Simulatic (tillage only)		Simulation (tillage only) Sandy soils can be worked all months and have higher pwd		Simulation (tillage only) Start 7-10 days earlier on sandy soils, 0.15 greater pwd		Simulation (tillage only) Non-tillage field work pwd and pwd for sandy soils some greater in winter and early spring	
		Probability level, percent											
Average date	Biweekly period	50	90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	90
Jan. and Feb.	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.0	0.0	0.07	0.0
Mar. 7	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	--	0.0	0.0	--	--
Mar. 21	2	0.29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03	0.0	0.0	0.0	0.18	0.0
Apr. 4	3	0.42	0.13	0.39	0.16	0.0	0.0	--	--	0.01	0.0	--	--
Apr. 18	4	0.47	0.19	0.57	0.38	0.20	0.0	0.29	0.06	0.07	0.0	0.35	0.08
May 2	5	0.54	0.31	0.66	0.48	--	--	--	--	0.62	0.02	--	--
May 16	6	0.61	0.34	0.68	0.47	0.61	0.32	0.64	0.37	0.60	0.02	0.58	0.28
May 30	7	0.63	0.40	0.66	0.47	--	--	--	--	0.79	0.16	--	--
June 13	8	0.66	0.41	0.69	0.52	0.69	0.42	0.72	0.46	0.77	0.22	0.69	0.39
June 27	9	0.72	0.53	0.74	0.57	--	--	--	--	0.80	0.23	--	--
July 11	10	0.72	0.52	0.77	0.64	0.75	0.52	0.67	0.43	--	--	0.63	0.25
July 25	11	0.72	0.54	0.80	0.67	--	--	--	--	--	--	--	--
Aug. 8	12	0.78	0.64	0.80	0.68	0.74	0.53	0.73	0.51	--	--	0.72	0.45
Aug. 22	13	0.86	0.74	0.86	0.79	--	--	--	--	--	--	--	--
Sept. 5	14	0.81	0.66	0.79	0.64	0.70	0.35	--	--	--	--	--	--
Sept. 19	15	0.65	0.42	0.69	0.46	--	--	0.72	0.46	--	--	0.80	0.58
Oct. 3	16	0.72	0.52	0.71	0.48	0.59	0.26	--	--	--	--	--	--
Oct. 17	17	0.76	0.58	0.79	0.64	--	--	0.61	0.23	--	--	0.76	0.42
Nov. 1	18	0.72	0.50	0.75	0.55	0.42	0.06	--	--	--	--	--	--
Nov. 15	19	0.67	0.47	0.73	0.54	--	--	0.33	0.02	--	--	0.43	0.0
Nov. 29	20	0.54	0.43	0.82	0.70	0.07	0.0	--	--	--	--	--	--
Dec. 13	21	--	--	--	--	--	--	0.02	0.0	--	--	0.10	0.0

Adjust for Sundays and holidays by multiplying pwd's above by 0.86, 0.82, 0.78, and 0.75 for months 0, 1, 2, and 3 holidays.

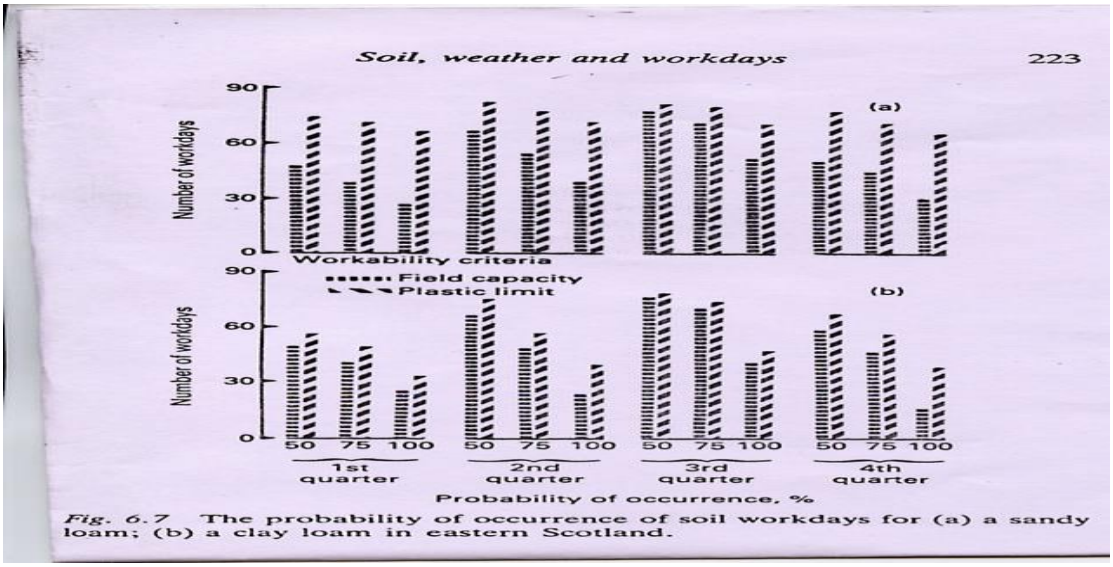


Fig. 6.7 The probability of occurrence of soil workdays for (a) a sandy loam; (b) a clay loam in eastern Scotland.

شکل ۳-۱

Table 6.4 Monthly field workdays for 18 years out of 24 years in eastern Scotland for three soil types at a soil moisture content not exceeding the plastic limit and at a rainfall not exceeding 10 mm/day

Month	No. of field workdays		
	Light soil	Medium soil	Heavy soil
January	24	18	12
February	23	17	12
March	24	18	15
April	25	19	17
May	26	22	20
June	26	24	24
July	27	26	26
August	26	25	24
September	25	23	20
October	22	19	17
November	22	18	17
December	23	18	14

(*Source*: Eradat Oskoui, 1986)

۱_۳

۲- مواد و روشها

در این مقاله به منظور برآورد هزینه عدم توجه به احتمال وقوع یک روز کاری در یک مزرعه نمونه، مکانیزاسیون یک مزرعه ۸۰ هکتاری جو واقع در پاکداشت ورامین به عنوان پایه در نظر گرفته شده است و فرض شده است که مقدار واقعی Pwd در زمان خاکورزی و کاشت برابر با ۷۰٪ می‌باشد (که با توجه اقلیم منطقه، منطقی به نظر می‌رسد) و یک بار نیز مقدار Pwd را برابر ۵۰٪ (همان طور که در مکانیزاسیون ایران رایج است) در نظر می‌گیریم و سپس با استفاده از روابط متعارف مکانیزاسیون که در کتب و مراجع علمی این رشته آورده شده است هزینه‌های سالیانه مربوط به ماشین آلات این مزرعه را در هر دو حالت محاسبه می‌کنیم و در نهایت اختلاف این مقدار را بدست می‌آوریم.

در این بخش دو رابطه‌ای که Pwd در آنها به عنوان عامل مؤثر بکار رفته است و ما نیز در محاسباتمان از آنها استفاده کردیم آورده می‌شود.

الف) محاسبه ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر برای انجام عملیات

معادله (۱-۱) اندازه بهینه ظرفیت مؤثر زراعی را برای یک تک ماشین می‌تواند تخمین بزند ولی معمولاً گروهی از ماشینها برای انجام عملیات کشاورزی لازم است و ظرفیت مؤثر این ماشینها باید طوری باشد که با یکدیگر و با تراکتور سازگار باشد. برای محاسبه ظرفیت مورد نیاز، پس از تنظیم جدول زمان بندی برای انجام عملیات، از معادله زیر استفاده می‌شود:

$$C_1 = \frac{A}{BG(Pwd)} \quad (2\text{-}1)$$

همانطور که ملاحظه می‌کنید نداشتن مقدار صحیح Pwd در هنگام استفاده از این فرمول می‌تواند باعث اشتباه در محاسبات و در نتیجه بروز مشکلاتی برای کشاورز گردد.

ب) محاسبه هزینه به موقع انجام نشدن عملیات:

به طور کلی در انجام کارهای مربوط به تولیدات کشاورزی در هر منطقه و با توجه به نوع محصول، برای انجام هر یک از مراحل کاشت و داشت، یک مدت زمان مناسب وجود دارد که چنانچه عملیات مربوطه در آن محدوده مناسب زمانی انجام نشود، باعث افت کمی و کیفی محصول خواهد شد. اگر بتوان تمام عوامل زراعی و مورد نیاز را

تعیین کرد، می‌توان از رابطه زیر که توسط $ASAE$ ارائه شده است هزینه به موقع انجام نشدن عملیات را محاسبه کرد:

$$W = \frac{K_3 A^2 YV}{2GC_1(Pwd)} \quad (2\text{-}2)$$

در این فرمول و سایر فرمولهایی که ذکر شد Pwd به صورت اعشاری بکار می‌رود.

در ضمن در بخش نتایج، با استفاده از داده‌های شکل (۱-۱) نمودار تغییرات Pwd در زمانهای مختلف برای یک منطقه رسم شده است.

۲- نتایج و بحث

در این بخش جدول هزینه‌های مربوط به ماشین آلات (شامل هزینه‌های ثابت، هزینه‌های متغیر و هزینه به موقع انجام نشدن عملیات) در دو حالت Pwd برابر با ۵۰٪ و ۷۰٪ آورده می‌شود. شایان ذکر است در اینجا به علت اینکه کمباین به شکل استیجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، از محاسبه هزینه‌های مربوط به عدم توجه احتمال وقوع یک روز کاری برای آن صرفنظر شده است. در ضمن قیمت تراکتور و ادوات کشاورزی از طریق بنگاه توسعه ماشینهای کشاورزی بدست آمده است. (جهت اطلاع از نحوه محاسبات با نویسنده اول مکاتبه شود)

	هزینه سالیانه	
نوع ماشین	Pwd = ۰/۵	Pwd =۰/۷
گاو آهن	۲۸۸۰۶۴۰	۱۰۰۶۹۶۰
دیسک	۱۲۷۹۹۰۷۰	۴۷۶۹۱۱۰
ماله	۵۹۷۴۰۷۰	۲۹۱۶۶۱۰
بذرکار	۱۷۱۲۴۵۴۰	۱۶۱۵۶۴۳۰
سم پاش	۲۴۱۵۳۲۰	۱۸۴۴۱۱۰
تراکتور	۵۶۵۰۰۰۰	۲۷۹۰۰۰۰
جمع کل	۴۶۸۴۳۶۴۰	۲۹۴۸۳۲۲۰

- تمامی هزینه‌ها به ریال می‌باشد.

اختلاف هزینه‌ها = ۱۷۳۶۰۴۲۰ ریال

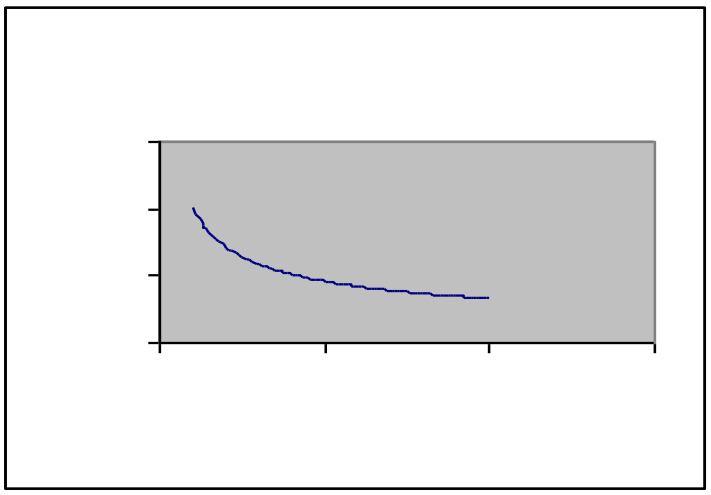
درصد تغییر $\mathcal{P}wd$ بر مبنای $0/5$ $= \frac{|0/5 - 0/7|}{0/5} \times 100 = 40\%$

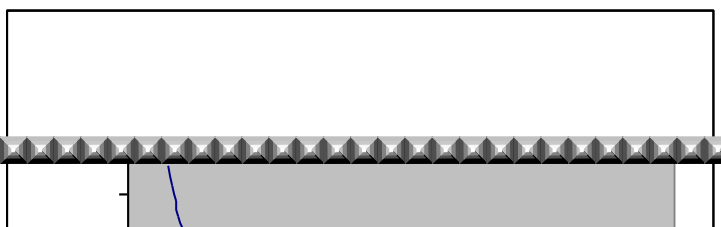
درصد تغییر هزینه‌ها بر مبنای هزینه در حالت($\mathcal{P}wd = 0/5$) $= \frac{17360420}{46843640} \times 100 = 37\%$

محاسبات فوق نشان می‌دهد به ازای ۴۰٪ تغییر در مقدار $\mathcal{P}wd$، هزینه‌ها ۳۷٪ دچار تغییر می‌شوند که مقدار قابل توجهی می‌باشد.

با توجه به ارقام به دست آمده و اینکه سطح زیرکشت در کشور ما حدود ۱۵ میلیون هکتار می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که عدم توجه به مقدار صحیح احتمال وقوع یک روز کاری سالانه می‌تواند صدها میلیارد ریال هزینه دربر داشته باشد. یک بار دیگر تأکید می‌شود که هزینه‌های مربوط به ماشینهای برداشت در اینجا مورد بررسی قرار نگرفته است.

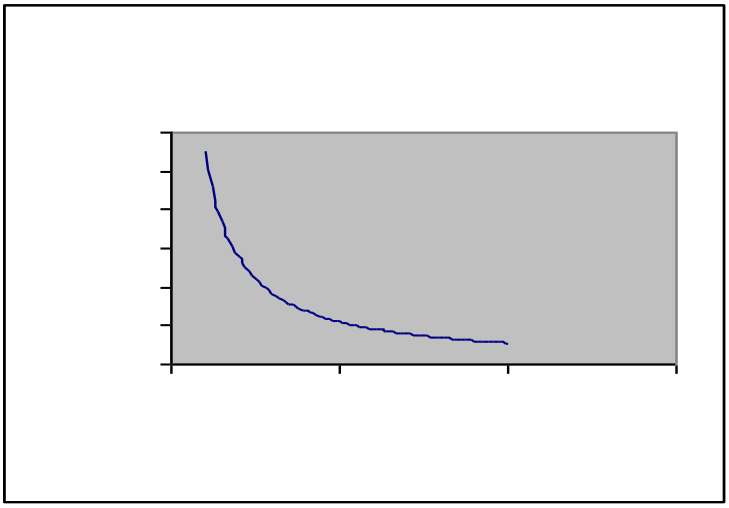
نمودارهای زیر رابطه بین $\mathcal{P}wd$ و به ترتیب اندازه بهینه ظرفیت مؤثر زراعی، ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر برای انجام عملیات و هزینه به موقع انجام نشدن عملیات را با فرض ثابت بودن سایر عوامل نشان می‌دهد.





شکل ۳-۱

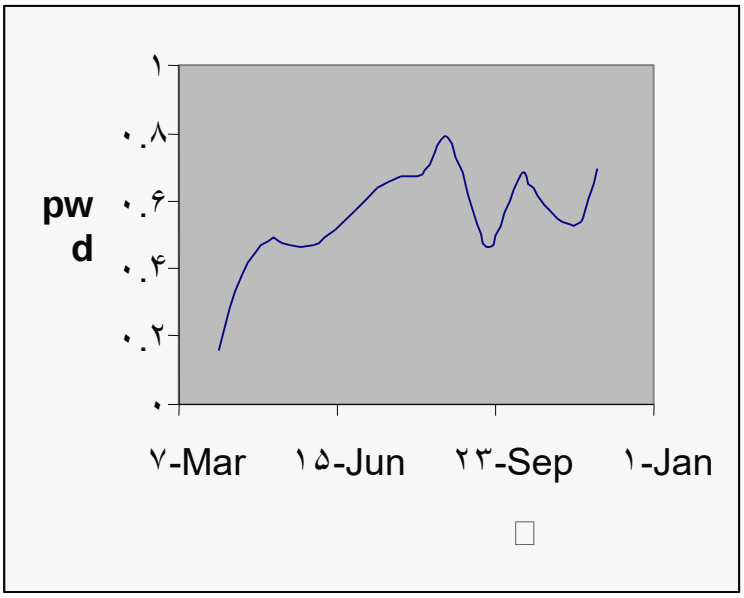
شکل ۳-۲



شکل ۳-۳

با دقت در این نمودارها متوجه می‌شویم عدم توجه به مقدار صحیح احتمال وقوع یک روزکاری می‌تواند موجب اشتباهات قابل توجهی در محاسباتمان گردد.

همچنین در این بخش با استفاده از احتمالات داده شده در شکل ۲-۱ برای یک منطقه نمودار تغییرات $\mathcal{P}wd$ در زمانهای مختلف سال برای آن منطقه رسم گردیده است.



شکل ۳-۴

همان طور که ملاحظه می‌کنید در این مثال دامنه تغییرات $\mathcal{P}wd$ بزرگ و پر نوسان می‌باشد و این موضوع می‌تواند در همه مناطق از جمله مناطق مختلف کشور ما نیز قابل تصور باشد. بنابراین خطای صورت گرفته در استفاده از مقدار ۵۰٪ برای $\mathcal{P}wd$ در هر زمان از سال (کاری که متأسفانه در حال حاضر در مکانیزاسیون کشور ما صورت می‌گیرد) بیش از پیش آشکار می‌گردد. شایان ذکر است که در این مقاله در انجام محاسبات مربوط به هزینه‌های مزرعه ۸۰ هکتاری، مقدار $\mathcal{P}wd$ تنها در زمان خاکورزی و کاشت برابر با ۷۰٪ فرض شده بود.

در پایان پیشنهادهایی در مورد نحوه تعیین این متغیر ارائه می‌گردد:

۱- اساتید و دانشجویان و کارشناسان رشته‌های مکانیزاسیون و ماشینهای کشاورزی در قالب طرحهای پژوهشی و پایان نامه با انجام تحقیقات کارساز اقدام به تهیه جداول مربوط به $\mathcal{P}wd$ برای مناطق مختلف کشور بنمایند (البته با اولویت قرار دادن مناطقی که مکانیزاسیون کشاورزی بیشتر در آنها مورد توجه قرار می‌گیرد).پیشنهاد اول یک پیشنهاد کلی می‌باشد و برای کسانی که قصد دارند این پیشنهاد را محقق سازند و در جهت انجام آن اقدامی کنند پیشنهادهای بعدی ارائه می‌شود.

۲- به منظور بدست آوردن تقویم ماشینی مناسب، از همکاری متخصصان هواشناسی کشاورزی و خاکشناسی و همچنین از اطلاعات ایستگاههای سینوپتیک و اطلاعات ماهواره‌ای به نحو شایسته‌ای استفاده شود.

۳- پیشنهاد می‌شود تحقیقاتی به منظور تهیه یک مدل ریاضی برای بدست آوردن احتمال وقوع یک روز کاری در شرایط گوناگون، انجام پذیرد به شکلی که داده‌های آن عوامل مؤثر در Pwd همچون مقدار بارندگی، شیب زمین، نوع خاک، مشخصات زهکشی و... باشد وخروجی آن مقدار Pwd با توجه به شرایط داده شده باشد. مثلا می‌توان مشخصات زهکش را با هدایت هیدورلیکی (K) مشخص کرد و مقدار آن را در مدل ریاضی قرار داد.

۴- همان طور که در این مقاله با محاسبه هزینه‌ها در یک مزرعه ۸۰ هکتاری و با دو مقدار ۵۰٪ و ۷۰٪ برای Pwd درصد تغییرات هزینه در مقابل درصد تغییرات Pwd بدست آمد، می‌توان با انجام این کار در شرایط و حالتهای گوناگون در نهایت تابعی را برای هزینه بر حسب مقدار Pwd بدست آورد.

۵- در پایان به کشاورزان و مدیران واحدهای کشاورزی هر منطقه توصیه می‌شود که با توجه به عدد Pwd بدست آمده برای آن منطقه نسبت به شناخت صحیح محصولات کشاورزی و انتخاب آنها اقدام نمایند. به عنوان مثال می‌دانیم که ذرت نسبت به زمان کاشت حساسیت زیادی دارد و تأخیر در این کار موجب افت زیاد عملکرد آن می‌شود. حال اگر در منطقه‌ای در فصل کاشت ذرت، شرایط به گونه‌ای بود که احتمال وقوع یک روز کاری، کم باشد و امکان جبران آن از طریق افزایش ساعات کاری یا افزایش ماشین آلات امکان پذیر نباشد، بهتر است که کشاورز به جای کاشت ذرت، کاشت محصول دیگری را که با شرایط موجود سازگارتر است مدنظر قرار دهد.

به امید روزی که با تلاشهای علمی خود و پیاده کردن آنها در میدان عمل بتوانیم گامهای مؤثر و شایان توجهی در جهت خودکفایی کشور عزیزمان و رسیدن به توسعه پایدار در کشاورزی برداریم.

۳- منابع

۱- الماسی، مرتضی و همکاران – ۱۳۷۸- مبانی مکانیزاسیون کشاورزی- انتشارات حضرت معصومه (سلام ا... علیها)

۲- سالنامه آماری کشور- ۱۳۸۰- مرکز آمار ایران

3- American Society of Agricultural Engineets (1995) ASAE Standards.

4- Witney, Brian (1988). Choosing and using farm machines. Longman Scientific and Technical New York.