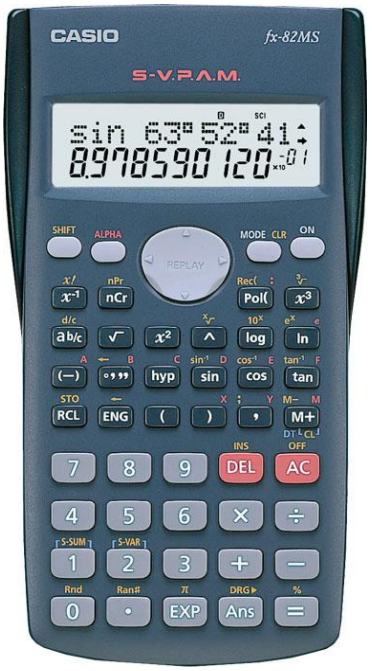
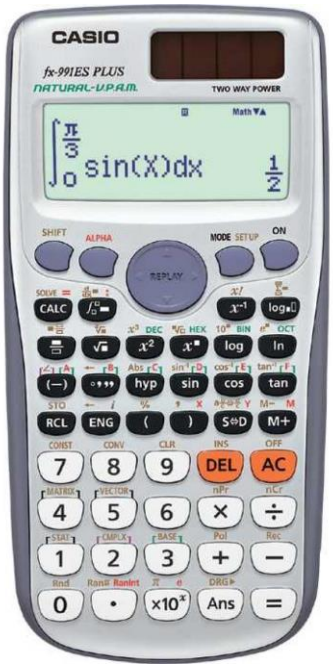
بسم‌الله الرحمن الرحیم

مقدمه‌ای بر کار با ماشین‌حساب

fx-991ES PLUS

fx-82MS





نویسنده: محمدجواد عسگری

تابستان ۹۵

فهرست

مقدمه ---- ۳

اقدامات اولیه ---- ۴

شناسایی دکمه‌های اصلی ---- ۴

پاک کردن حافظه و بازگردانی تمامی تنظیمات ---- ۴

تنظیمات اصلی ماشین‌حساب ---- ۴

تبدیل S-D ---- ۵

آشنایی با MODE های محاسباتی ---- ۵

محاسبات عمومی ---- ۶

استفاده از حافظه ی محاسبات انجام‌شده ی قبلی ---- ۶

حافظه‌های ماشین‌حساب ---- ۶

تبدیل واحد زاویه ---- ۷

محاسبه ی انتگرال ---- ۷

محاسبه ی مشتق(دیفرانسیل گیری) ---- ۷

CALC ---- ۷

SOLVE ---- ۸

محاسبات آماری ---- ۸

فرمول های محاسبه ی شیب و عرض از مبدا به روش کمترین مربعات ---- ۱۱

محاسبه ی رگرسیون ---- ۱۱

محاسبات معادله ای(EQN) ---- ۱۱

محاسبات ماتریسی(MATRIX) ---- ۱۱

ایجاد جدول عددی برای یک عبارت ریاضی(TABLE) ---- ۱۲

محاسبات بردار(VECTOR) ---- ۱۳

ثوابت علمی(CONST) ---- ۱۳

تبدیل های متریک(CONV) ---- ۱۴

Fx-82MS ---- ۱۴

محاسبات آماری انحراف معیار(SD) ---- ۱۵

محاسبات رگرسیون(REG) ---- ۱۵

سخن پایانی ---- ۱۶

منابع و مآخذ ---- ۱۶

مقدمه

شاید این سؤال در ذهن شکل گیرد که باوجود نرم‌افزارهای پرقدرت محاسبات ریاضی و مهندسی آیا دیگر نیازی به استفاده از ماشین‌حساب وجود دارد؟

درست است که این‌گونه نرم‌افزارها بسیار پرقدرت‌تر و سریع‌تر از ماشین‌حساب‌ها اند ولی شاید استفاده از آن‌ها در همه‌جا امکان‌پذیر نباشد. برای مثال در بسیاری از امتحانات و آزمون‌های دانش‌آموزی و دانشجویی مثل المپیادهای کشوری و... فقط امکان استفاده از ماشین‌حساب وجود دارد! [1]

از طرفی بسیاری از دانشجویان مهندسی مقطع کارشناسی در سال اول تحصیل در دروسی همچون آزمایشگاه فیزیک پایه ۱ و ۲ نیاز به استفاده از ماشین‌حساب دارند.

شاید ماشین‌حساب‌های $\boldsymbol{CASIO\ \ fx-991ES\ \ PLUS}$ و $\boldsymbol{CASIO\ fx-82MS}$ بیشترین استفاده را بین دانش آموزان و دانشجویان کارشناسی داشته باشد.به دلیل اینکه هم قابل برنامه‌نویسی نیستند (در بسیاری از آزمون‌ها ممنوعیت استفاده از ماشین‌حساب‌هایی باقابلیت برنامه‌نویسی وجود دارد) و هم بیشتر امکانات و توابع لازم را دارا می‌باشند.

در این درسنامه هدف اصلی، معرفی ماشین‌حساب $\boldsymbol{CASIO\ \ fx-991ES\ \ PLUS}$ است ولی کمی هم در مورد ماشین حساب $\boldsymbol{CASIO\ fx-82MS}$ و تفاوت آنها بحث شده.

و در انتها می‌بایست از تمامی دوستانی که در گردآوری این مجموعه همکاری کردند به‌خصوص جناب آقای آرمان وثیق زاده که زحمات فراوانی را برای ویراستاری این اثر متحمل شدند و جناب آقای میلاد مظفری برای تهیه عکس‌های این مجموعه، نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشم.

[1] در المپیادهای دانش‌آموزی کشوری، ممنوعیت استفاده از ماشین‌حساب برای بعضی از رشته‌ها وجود دارد.

برای بیان نظرات، انتقادات و پیشنهادات می‌توانید با ایمیل mjaasgari@gmail.com در ارتباط باشید.

$CASIO\ \ fx-991ES\ plus$

اقدامات اولیه

شناسایی دکمه‌های اصلی

دکمه‌های اصلی ماشین‌حساب و دکمه‌هایی که حالت‌های دیگر کلیدها را مشخص می‌کنند عبارت‌اند از:

ON این دکمه برای روشن کردن ماشین‌حساب استفاده می‌شود. (سعی کنید هیچ‌گاه از این دکمه برای پاک کردن صفحه و حافظه‌ی ماشین‌حساب استفاده نکنید.همان‌طور که می‌بینید این دکمه از بقیه‌ی دکمه‌ها کمی داخل‌تر قرارگرفته است، تا اینکه سهواً دست شما روی آن نخورد!)

SHIFT با زدن این دکمه، حالت دوم کلیدها فعال می‌شود که این حالت‌ها به رنگ زرد روی صفحه‌کلید ماشین‌حساب آورده شده‌اند.

برای مثال در شکل روبرو sin^{-1} یا $arcsin$ با زدن دکمه‌ی SHIFT فعال می شود.

sin⁻¹ D
sin

ALPHA با زدن این دکمه حالتی که فقط شامل تعدادی از حروف لاتین است فعال می‌شود که می‌توان از آن‌ها برای ذخیره کردن اعداد و یا استفاده کردن در وضعیت‌های CALC و SOLVE [۲] استفاده کرد. این حروف به رنگ قرمز روی صفحه‌کلید ماشین‌حساب قابل‌مشاهده‌اند.

پاک کردن حافظه و بازگردانی تمامی تنظیمات

پاک کردن تمامی حافظه: SHIFT 9 (CLR) 2 (Memory) = (Yes)

بازگردانی تمامی تنظیمات به حالت اولیه: SHIFT 9 (CLR) 1 (Setup) = (Yes)

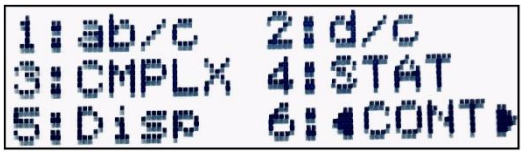
پاک کردن حافظه و بازگردانی تنظیمات: SHIFT 9 (CLR) 3 (All) = (Yes)

تنظیمات اصلی ماشین‌حساب

از طریق مسیر SHIFT MODE (SETUP) می‌توانید به قسمت تنظیمات ماشین‌حساب بروید.

این قسمت شامل دو صفحه می‌باشد که در زیر نشان داده‌شده و به کمک دکمه‌ی بزرگ جهت نمای مرکزی "REPLAY" ▲▼ می‌توانید بین این دو صفحه پیمایش کنید. گزینه‌های موجود در این قسمت در جدول ۱ آورده شده‌اند.

شکل ۲: تنظیمات اصلی ماشین‌حساب(صفحه اول)



شکل ۱: تنظیمات اصلی ماشین‌حساب(صفحه دوم)

[۲] این وضعیت‌ها در ادامه توضیح داده می‌شوند.

جدول ۱ توضیحات مربوط به تنظیمات اصلی ماشین‌حساب

صفحه	شماره‌ی گزینه	توضیحات
۱	۱ – ۲	این دو گزینه مربوط به شیوه‌ی نمایش و کاربری ماشین‌حساب به‌صورت خطی و طبیعی است؛ در قسمت LineIO تمامی محاسبات در یک خط نشان داده می‌شوند ولی در قسمت MthIO محاسبات به‌صورت طبیعی است. (نمایش خط کسری و رادیکال‌ها و ... به‌صورت نوشتاری!)
۱	۳–۵	این سه گزینه مربوط به تغییر واحد زاویه‌ی پیش‌فرض ماشین‌حساب است. $90° = \frac{\pi}{2}\ radians = 100\ grads$
۱	۶	این گزینه مربوط به تعداد ارقام بعد از ممیز است.
۱	۷	این گزینه مربوط به ارقام بامعنی نمایش داده‌شده است.
۱	۸	این گزینه مربوط به نمایش به شکل نمایی است.[۳]
۲	۱	این گزینه مربوط به نمایش کسر به‌صورت مخلوط است.
۲	۲	این گزینه مربوط به نمایش کسر به‌صورت دوجزئی است.
۲	۳	این گزینه مربوط به نمایش اعداد مختلط به‌صورت دکارتی یا قطبی است.
۲	۴	این گزینه مربوط به نمایش ستون تکرار FREQ در وضعیت آماری STAT است.
۲	۵	این گزینه مربوط به شیوه نمایش ممیز [نقطه یا کاما] است.
۲	۶	این گزینه مربوط به تغییر کنتراست (روشنایی) صفحه‌نمایش است.

تبدیل S-D

گاهی اوقات نیاز داریم که شکل نمایش داده‌ها را تغییر دهیم، برای مثال محاسبات دارای اعداد گنگ را به‌صورت اعشاری تبدیل کنیم. مثلاً اگر روی صفحه‌نمایش عددی گنگ به‌صورت رادیکالی وجود دارد و یا عددی به‌صورت کسر می‌باشد می‌توان این حالات را به عددی اعشاری تبدیل کرده.

برای این منظور می‌توانیم از تبدیل S-D که با دکمه‌ی روبرو مشخص می‌شود استفاده کنیم.

آشنایی با MODE های محاسباتی

برای محاسبات مختلف، وضعیت‌های محاسباتی گوناگونی در این ماشین‌حساب وجود دارد که با دکمه‌ی MODE می‌توان به آن‌ها دسترسی داشت.

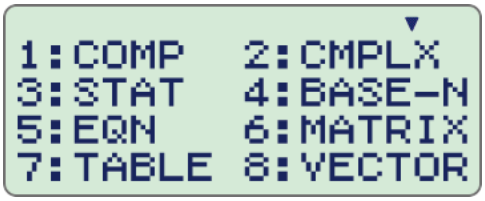
این هشت وضعیت محاسباتی عبارت‌اند از:

۱. محاسبات عمومی (COMP)
۲. محاسبات اعداد مختلط (CMPLX)
۳. محاسبات آماری و رگرسیون (STAT)

[۳] برای Norm1 بازه‌ی $|x| \geq 10^{10}, |x| < 10^{-2}$ و برای Norm2 بازه‌ی $|x| \geq 10^{10}, |x| < 10^{-9}$ را در نظر بگیرید، اگر عدد جواب در این بازه‌ها باشد آنگاه جواب به‌صورت غیر نمادار و در غیر این صورت جواب به‌صورت نمادار نمایش داده می‌شود.

برای بیان نظرات، انتقادات و پیشنهادات می‌توانید با ایمیل mjaasgari@gmail.com در ارتباط باشید.

۴. محاسبات در مبنای N(BASE-N)
۵. محاسبات معادله‌ای (حل معادلات) (EQN)
۶. محاسبات ماتریسی (MATRIX)
۷. ایجاد جدول اعداد برای یک عبارت ریاضی (TABLE)
۸. محاسبات برداری (VECTOR)



شکل ۳ وضعیت‌های محاسباتی

در بخش‌های بعدی به معرفی این وضعیت‌ها پرداخته‌شده. (در این درس‌نامه موارد ۲ و ۴ بررسی نخواهد شد!)

محاسبات عمومی

MODE 1 (COMP)

این وضعیت همان وضعیت پایه‌ای هر ماشین‌حساب برای محاسبه با چهار عمل اصلی است؛ که از توضیح استفاده از اعمال اصلی می‌گذریم.

استفاده از حافظه‌ی محاسبات انجام‌شده قبلی

به کمک دکمه‌ی جهت بالا ▲ می‌توانید به محاسبات مراحل قبلی بازگردید که هم عبارت و هم جواب آن‌ها نمایش داده می‌شود.

برای اصلاح عبارت واردشده، بعدازاینکه پاسخ نمایش داده‌شده، به کمک دکمه‌های جهت نمای چپ ◀ و راست ▶ به عبارت قبلی دسترسی دارید و می‌توانید آن را ویرایش کنید.

تذکر: به یاد داشته باشید با فشردن کلید ON و یا تغییر وضعیت MODE و یا خاموش کردن ماشین‌حساب این حافظه پاک خواهند شد.

حافظه‌های ماشین‌حساب

حافظه‌ی پاسخ (ANS): این حافظه آخرین جواب را در خود ذخیره می‌کند و با تغییر در عبارات و یا فشردن کلید AC یا حتی خاموش کردن ماشین‌حساب، این حافظه پاک نخواهد شد.

حافظه‌ی مستقل (M): این حافظه، همان حافظه‌ای است که در تمامی ماشین‌حساب‌های ساده موجود است و می‌تواند جواب محاسبات را باهم جمع یا تفریق کند!

متغیرها (A,B,C,D,E,F,X,Y): متغیرها درواقع حافظه‌هایی‌اند که می‌توان نتیجه‌ی محاسبات و یا اعداد خاص را در آن‌ها نگهداری کرد.

ذخیره‌سازی اعداد یا جواب محاسبات در متغیر دلخواه A: SHIFT RCL (STO) (−) (A)

استفاده از متغیرها در محاسبات (متغیر دلخواه A): ALPHA (−) (A) × 10 =

نمایش مقدار موجود در متغیر (متغیر دلخواه A): RCL (−) (A)

پاک کردن متغیر (صفر قرار دادن آن) (متغیر دلخواه A): 0 SHIFT RCL (STO) (−) (A)

تذکر: برای پاک کردن کل حافظه می‌توان از دستور موجود در قسمت «اقدامات اولیه» استفاده کرد.

تذکر: حافظه‌ی این متغیرها با فشردن کلید AC و یا تغییر وضعیت MODE ماشین‌حساب و یا خاموش کردن آن از بین نمی‌روند.

تبدیل واحد زاویه

SHIFT Ans (DRG▶)

شما می‌توانید عددی را که بیانگر اندازه‌ی یک زاویه در واحدی دلخواه است را به واحد زاویه‌ی پیش‌فرض ماشین‌حساب تغییر دهید.

(واحد زاویه‌ی پیش‌فرض همانی است که بالای صفحه‌نمایش وجود دارد و از قسمت SETUP جدول ۱ قابل‌تغییر است.)

برای مثال عدد 2π را وارد کنید، مسیر SHIFT Ans (DRG▶) را طی کنید، گزینه دوم (رادیان ^{r}) را انتخاب کنید و کلید مساوی را فشار دهید حالا ماشین‌حساب عدد واردشده را رادیان فرض کرده و آن را به واحد زاویه‌ی پیش‌فرض که مثلاً درجه است تبدیل می‌کند (۳۶۰ درجه).

نکته: این کار باعث راحتی کار کردن با توابع مثلثاتی می‌شود. مثلاً واحد زاویه‌ی پیش‌فرض درجه است ولی درجایی از محاسبات با رادیان سروکار داریم پس طبق مسیر گفته‌شده علامت ^{r} را قرار می‌دهیم تا ماشین‌حساب بفهمد این عدد رادیان است.

محاسبه‌ی انتگرال

$$\int_{a}^{b} f(x)\,dx \equiv \int(f(x),a,b,tol) \leftarrow linear$$

محاسبه‌ی انتگرال فقط در وضعیت COMP صورت می‌گیرد.

در حالت خطی lineIO می‌توانید tolerance (tol)را مشخص کنید که به‌صورت پیش‌فرض 1×10^{-5} می‌باشد. هرچقدر این عدد کوچک‌تر باشد دقت محاسبه‌ی انتگرال بیشتر خواهد شد، ولی ممکن است محاسبه‌ی آن برای ماشین‌حساب ممکن نباشد و پیام Time Outنمایش داده شود.

چند نکته:

- برای محاسبه‌ی انتگرال زمان قابل‌توجهی نیاز است.
- فشردن کلید AC باعث توقف محاسبات می‌شود.
- در محاسبه‌ی انتگرال توابع مثلثاتی، واحد رادیان را به‌عنوان واحد پیش‌فرض ماشین‌حساب انتخاب کنید.

محاسبه ی مشتق (دیفرانسیل گیری)

SHIFT $\int$ ($\frac{d}{dx}$■)

این ماشین‌حساب می‌تواند مشتق توابع را در نقطه‌ای معلوم محاسبه کند. شما برای این کار نیاز دارید تابعی از متغیر X (بقیه‌ی متغیرها به‌صورت عدد ثابت تلقی می‌شوند) و نقطه‌ای را که قرار است شیب تابع در آن محاسبه شود به ماشین‌حساب بدهید و نتیجه را دریافت کنید.

$$\frac{d}{dx}(f(x))|_{x=a}$$

CALC

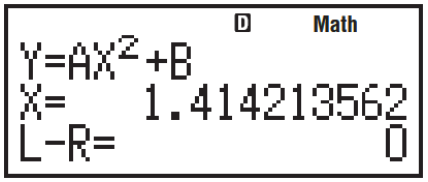
این حالت به شما امکان محاسبه‌ی یک فرمول یا عبارت را به ازای مقادیر مختلف می‌دهد، بدون نیاز به تغییر در فرمول یا عبارت. البته یکی از کاربردهای جانبی این حالت این است که در بعضی از فرمول‌ها یا عبارات شما نیاز دارید که چند بار عددی بزرگ و یا عددی با ارقام اعشاری زیاد را بکار ببرید (که کاری وقت‌گیر است!)؛ اینجاست که می‌توانید از متغیرها بجای اعداد استفاده کنید و در حالت CALC مقادیر این متغیرها را وارد کنید و یا از مقادیر موجود در متغیرها استفاده کنید.

تذکر: ابتدا عبارت را با متغیرها وارد کنید بعد دکمه CALC را بزنید، آنگاه مقدار هر متغیر از شما پرسیده می‌شود.

SHIFT CALC (SOLVE) SOLVE

در این حالت ماشین‌حساب می‌تواند به روش نیوتن معادلات را به‌صورت تقریبی حل کند. (فقط در وضعیت COMP قابل‌استفاده است.)

برای مثال وقتی شما معادله‌ای به‌صورت $y = 2x^2 + 3x - 1, y$ را وارد می‌کنید، ماشین‌حساب با گرفتن مقدار x مقدار y را محاسبه می‌کند. ولی اگر y, را در آخر عبارت وارد نکنیم، به‌صورت پیش‌فرض ماشین‌حساب با گرفتن مقدار y، مقدار x را محاسبه می‌کند. (طریقه‌ی واردکردن علامت مساوی ALPHA CALC (=))



شکل ۴ صفحه پاسخ SOLVE

در صفحه‌ی پاسخ روبرو: ماشین‌حساب مقدار به‌دست‌آمده برای جواب را در دو طرف مساوی قرار داده و اگر طرف چپ با طرف راست اختلافی داشت در قسمت "L-R=" این اختلاف نمایش داده می‌شود.

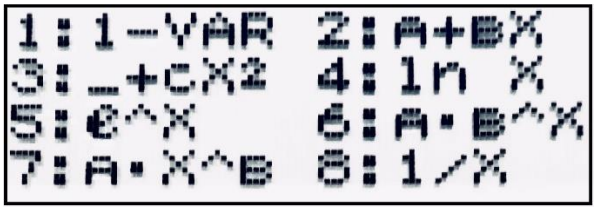
در اکثر این مواقع ماشین‌حساب از شما می‌پرسد که آیا عملیات را ادامه دهد تا عدد دقیق‌تری بیابد یا نه؟

چند نکته:

- وقتی شما solve را انتخاب می‌کنید صفحه ماشین‌حساب خالی‌شده و فقط علامت‌های بالای صفحه مانند D,Math باقی می‌ماند. (ماشین‌حساب در حال محاسبه است!)
- عملیات حل ممکن است حتی بیشتر از پنج دقیقه هم طول بکشد.
- چون حل به روش نیوتن می‌باشد، اگر یک معادله دارای چند جواب باشد فقط یک جواب برای آن پیدا می‌شود.
- در حالت SOLVE حتی ممکن است برای معادلات دارای جواب، جوابی پیدا نشود.

MODE 3 (STAT) محاسبات آماری

در وضعیت محاسبات آماری، موارد زیر مشاهده می‌شود.



شکل ۵ انواع محاسبات آماری

جدول ۲ توضیحات مربوط به انواع محاسبات آماری

شماره‌ی گزینه	توضیحات
۱	یک متغیره: برای محاسباتی که فقط شامل یک متغیرند و محاسبه‌ی مجموع‌ها، واریانس و انحراف معیار این داده‌ها.
۲	رگرسیون (regression) خطی: برای محاسبات شامل دو متغیر و محاسبه‌ی مجموع‌ها، واریانس، انحراف معیار، رگرسیون، شیب و عرض از مبدأ بهترین خط گذرنده از داده‌ها.$y = A + Bx$ [۴]
۳	رگرسیون درجه‌ی دوم $y = A + Bx + Cx^2$
۴	رگرسیون لگاریتمی $y = A + Blnx$

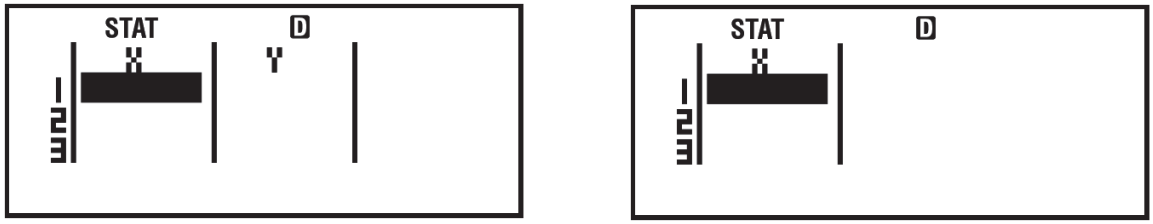
[۴] به این موضوع که شیب‌خط B است نه A دقت کنید (این نکته کوچک خیلی هارو به‌اشتباه انداخته؟!)

برای بیان نظرات، انتقادات و پیشنهادات می‌توانید با ایمیل mjaasgari@gmail.com در ارتباط باشید.

۵	رگرسیون نمایی (exponential) e $y = Ae^{Bx}$
۶	رگرسیون نمایی (exponential) ab $y = AB^{x}$
۷	رگرسیون توانی (power) $y = Ax^{B}$
۸	رگرسیون معکوس (inverse) $y = A + B/x$

در وضعیت آماری گزینه‌های ۱ و ۲ بیشترین کاربرد را دارند و در اینجا فقط این دو توضیح داده‌شده‌اند.

شما با انتخاب هرکدام از این دو گزینه وارد صفحه‌ی «ورود داده‌ها» (همانند شکل۶) می‌شوید که با زدن دکمه مساوی می‌توانید داده‌ی بعدی را ثبت کنید و یا به کمک کلیدهای جهتی بین آن‌ها پیمایش کنید.



شکل ۶ صفحه‌ی ورود داده‌های تک متغیره و دومتغیره

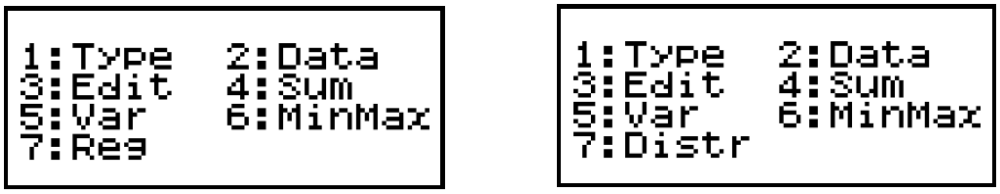
تذکر: اگر ستون تکرار "FREQ" در صفحه‌ی ورود داده‌ها مشاهده می‌شود، می‌توانید آن را به کمک توضیحات جدول ۱ حذف کنید.

تذکر: در هنگام ورود داده‌ها می‌توانید عبارتی که شامل عملگرها می‌باشد را نیز وارد کنید ولی فقط به شکل خطی (lineIO format).

تذکر: در حالت یک متغیره می‌توانید ۸۰ ردیف و در حالت دومتغیره ۴۰ ردیف داده وارد کنید.

بعد از واردکردن داده‌ها کلید AC را بفشارید. (نگران پاک شدن داده‌ها نباشید!)

از طریق مسیر SHIFT 1 (STAT) به صفحه‌ی محاسبات آماری بروید.



شکل ۷ صفحه‌ی محاسبات آماری تک متغیره و دومتغیره.(ممکن است شکل ۷ را دقیقاً با این ۷ گزینه باهم مشاهده نکنید)

جدول ۳ توضیحات مربوط به صفحه‌ی محاسبات آماری

شماره‌ی گزینه	توضیحات
۱	شمارا به صفحه محاسبات آماری (شکل ۵) برمی‌گرداند.[۵]
۲	نمایش و ویرایش داده‌های واردشده.
۳	اگر در قسمت نمایش و ویرایش داده‌ها (گزینه‌ی ۲) مسیر SHIFT 1 (STAT) را طی کنید، گزینه Edit برای حذف تمامی داده‌ها "Del-A" یا اضافه کردن یک ردیف "Ins" وجود دارد.

[۵] در بعضی مواقع برای مثال شما از رگرسیون خطی استفاده می‌کنید ولی این رگرسیون خوب جواب نمی‌دهد یا به زبان نموداری خطی که از تمامی نقاط داده‌ها بگذرد به‌خوبی برازش (فیت fit) نمی‌شود یا به زبان آماری ضریب رگرسیون داده‌ها از ۱ فاصله دارد. آنگاه نیاز می‌شود که بین رگرسیون‌های مختلف جابجا شویم تا بهترین نموداری که به داده‌ها برازش (فیت fit) می‌شود را پیدا کنیم. به کمک این گزینه شما می‌توانید بین حالات مختلف رگرسیون جابجا شوید بدون اینکه داده‌ها پاک شوند.

تذکر: جابجا شدن بین حالات تک متغیره و دومتغیره باعث پاک شدن تمامی داده‌ها می‌شود.

برای بیان نظرات، انتقادات و پیشنهادات می‌توانید با ایمیل mjaasgari@gmail.com در ارتباط باشید.

۴	فهرست توابع جمع (سیگما) مانند $\sum x, \sum x^2, \sum xy$
۵	فهرست دستورات محاسبه‌ی واریانس مانند انحراف معیار، میانگین و ...
۶	فهرست دستورات یافتن مقادیر max و min داده‌های ورودی.
۷-تک متغیره Distr	فهرست دستورات محاسبه‌ی توزیع نرمال.
۷-دومتغیره Reg	فهرست دستورات محاسبه‌ی رگرسیون.[۶]

نکته: برای محاسبه انحراف معیار (انحراف استاندارد) در گزینه ۵ دو مورد σ_x , S_x وجود دارد که S_x مربوط به انحراف معیار نمونه(Sample Standard Deviation) و σ_x مربوط به انحراف معیار جامعه (Population Standard Deviation) می‌باشد.ولی همیشه منظور از انحراف معیار در محاسبات عادی S_x می‌باشد.

به دلیل اینکه این بخش از توضیحات بیشترین تکرار و کاربرد در وضعیت آماری را دارد یک مثال ساده در زیر آورده شده تا با روند کار آماری آشنا شوید.

مثال «یافتن ضریب کشسانی فنر»

فرض کنید فنری در اختیار داریم که ضریب کشسانی آن را نمی‌دانیم ولی با طراحی آزمایشی سعی می‌کنیم این ضریب را بیابیم. وزنه‌های 100,200,500,1000 گرمی را به این فنر می‌آویزیم و مقدار جابجایی را با خط کش اندازه می‌گیریم. $g = 10\frac{m}{s^2}$

فرض کنید جدول زیر از داده‌ها به‌دست‌آمده است.

جدول ۴ داده‌های مربوط به آزمایش مثال ۱

نیرو (N)	1	2	5	10
جابجایی (m)	0.003	0.009	0.033	0.065

معادله $F = k \cdot x$ که معادله فنر خطی است را می‌شناسیم. (F نیرو اعمالی به فنر-نیوتن،k ضریب کشسانی فنر،x جابجایی-متر) پس برای یافتن ضریب کشسانی فنر $k = \frac{F}{x}$ باید نمودار نیرو برحسب جابجایی رسم شود، بهترین خط عبوری به داده‌ها برازش (فیت fit) شود، آنگاه شیب این خط همان ضریب k است.

پس این داده‌ها را در ماشین‌حساب در بخش دومتغیره $y = A + Bx$ (جدول ۲ گزینه ۲)وارد می‌کنیم (در ستون X جابجایی و در ستون Y نیرو).

شیب بهترین خط گذرنده از نقاط (ضریب k)=143.34 SHIFT 1 (STAT) 5 (Reg) 2

عرض از مبدأ بهترین خط گذرنده از نقاط=0.56 SHIFT 1 (STAT) 5 (Reg) 1

معادله ی بهترین خط گذرنده از نقاط $y = 0.56 + 143.34x$ SHIFT 1 (STAT) 5 (Reg) 3

ضریب رگرسیون داده‌ها=0.998 [۷]

[۶] برای هرکدام از رگرسیون‌های مختلف مثل رگرسیون خطی و یا درجه‌ی دوم گزینه‌های مختلفی در این قسمت وجود دارد که حروف A,B,C همان ضرایب معادله‌ی $y = A + Bx$ برای رگرسیون خطی و $y = A + Bx + Cx^2$ برای رگرسیون درجه‌ی دوم و r هم ضریب رگرسیون نام دارد.

[۷] چون ضریب رگرسیون بسیار به عدد ۱ نزدیک است، پس داده‌ها به خط برازش شده نزدیک‌اند (برازش به‌خوبی صورت گرفته است).

برای بیان نظرات، انتقادات و پیشنهادات می‌توانید با ایمیل mjaasgari@gmail.com در ارتباط باشید.

فرمول‌های محاسبه‌ی شیب و عرض از مبدأ به روش کمترین مربعات

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})y_i}{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2} \ , A = \bar{y} - B\bar{x}$$

نکته: البته در دفترچه‌ی اصلی راهنمای ماشین‌حساب[۸] فرمول‌های محاسبه‌ی شیب و عرض از مبدأ به روش کمترین مربعات به‌صورت: $B = \frac{n\cdot\sum xy - \sum x\cdot\sum y}{n\cdot\sum x^2 - (\sum x)^2}$, $A = \frac{\sum y - B\cdot\sum x}{n}$ است که درواقع این دو فرمول یکی‌اند ولی به دو روش بیان‌شده‌اند و به‌راحتی و با نوشتن چند خط می‌توانیم آن‌ها را به یکدیگر تبدیل کنیم.

محاسبه‌ی رگرسیون

ما از آزمایش مقادیری برای x, y به دست آوردیم، سپس خطی بر داده‌ها برازش (فیت fit) کردیم که مقدار Y پیش‌بینی‌شده روی خط را به ما می‌دهد؛ رگرسیون معیاری برای نزدیک بودن این دو مقدار است.

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(Y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{Y})^2}$$

که اگر مقادیر y_i, Y_i برابر باشند مقدار r^2 برابر با یک خواهد شد که همان بهترین برازش است.[۹]

محاسبات معادله‌ای (EQN)

از طریق مسیر MODE 5 (EQN) می‌توانید به وضعیت حل معادلات وارد شوید. ماشین‌حساب توانایی حل معادلات زیر را دارد.

جدول ۵ توضیحات مربوط به محاسبات معادله‌ای

گزینه	معادله	توضیحات
۱	$a_nX + b_nY = c_n$	دو معادله دو مجهول
۲	$a_nX + b_nY + c_nZ = d_n$	سه معادله سه مجهول
۳	$aX^2 + bX + c = 0$	معادله‌ی درجه ۲
۴	$aX^3 + bX^2 + cX + d = 0$	معادله‌ی درجه ۳

شما با انتخاب هرکدام از گزینه‌ها می‌توانید ضرایب متغیرهای X,Y,Z یعنی a ,b ,c ,d را به ماشین‌حساب بدهید و با زدن دکمه مساوی جواب معادله را به دست آورید.

محاسبات ماتریسی (MATRIX)

از طریق مسیر MODE 6 (MATRIX) می‌توانید به وضعیت محاسبات ماتریسی وارد شوید. ماشین‌حساب توانایی ذخیره‌سازی سه ماتریس MatA, MatB, MatC را دارد. یکی را انتخاب کنید (برای مثال MatA). در صفحه‌ی بعد شما باید ابعاد ماتریس را انتخاب کنید (برای مثال 3×3). حال شما به صفحه ورود درایه‌های ماتریس واردشده‌اید. پس از واردکردن تمامی درایه‌ها کلید AC را فشار دهید، حالا به مسیر SHIFT 4 (MATRIX) بروید.

---

[۸] منبع شماره ۱.

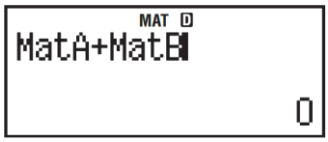
[۹] اثبات فرمول‌ها در فصل ۴ منبع ۴ موجود است.

برای بیان نظرات، انتقادات و پیشنهادات می‌توانید با ایمیل mjaasgari@gmail.com در ارتباط باشید.

جدول ۶ توضیحات مربوط به محاسبات ماتریسی

گزینه	توضیحات
1:Dim	می‌توانید یک ماتریس جدید تعریف کنید و یا ابعاد ماتریس‌های از قبل تعیین‌شده را تغییر دهید.
2:Data	می‌توانید درایه‌های واردشده به ماتریس تعریف‌شده را مشاهده یا ویرایش کنید.
3:MatA	ماتریس A را روی صفحه، نمایش می‌دهد.*
4:MatB	ماتریس B را روی صفحه، نمایش می‌دهد.*
5:MatC	ماتریس C را روی صفحه، نمایش می‌دهد.*
6:MatAns	ماتریس پاسخ را روی صفحه، نمایش می‌دهد.[۱۰]
7:det	تابع دترمینان را روی صفحه، نمایش می‌دهد.
8:Trn	تابع ترانهاده را روی صفحه، نمایش می‌دهد.

*برای انجام عملیات روی ماتریس‌های تعریف‌شده باید ماتریس از طریق سه گزینه‌ی ستاره‌دار بالا روی صفحه ظاهر شود و سپس روی آن‌ها عملیات انجام شود. همانند شکل ۸ .

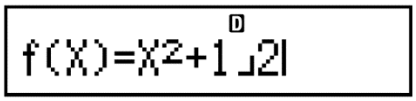


شکل ۸ نمونه‌ای از محاسبات ماتریسی

ایجاد جدول عددی برای یک تابع (TABLE)

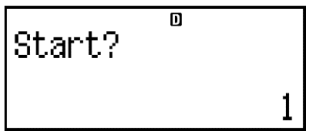
از طریق مسیر (TABLE) 7 MODE می‌توانید به این قسمت وارد شوید. در اینجا به کمک یک مثال ساده از کتاب راهنمای ماشین‌حساب[۱۱] این قسمت توضیح داده می‌شود.

فرض کنید تابع ما به‌صورت: $f(x) = x^2 + \frac{1}{2}$ باشد. پس تابع را به این شکل وارد ماشین‌حساب می‌کنیم:



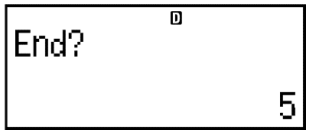
شکل ۹چگونگی واردکردن تابع نمونه

حال با زدن دکمه مساوی به صفحه بعد می‌رویم. در این صفحه باید نقطه شروع جدول را وارد کنیم که به‌طور پیش‌فرض عدد ۱ در نظر گرفته‌شده و با واردکردن عددی دلخواه و زدن دکمه مساوی به صفحه بعد می‌روید.



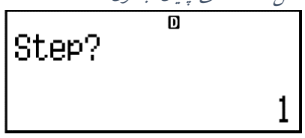
شکل ۱۰ نقطه‌ی شروع جدول

در این صفحه باید نقطه‌ی پایان جدول را وارد کنیم که به‌طور پیش‌فرض عدد ۵ در نظر گرفته‌شده است.



شکل ۱۱ نقطه‌ی پایان جدول

در صفحه بعد باید گام جدول را وارد کنید یعنی مثلاً در فاصله‌ی بین ۱ تا ۵ چند تا چند تا بالا برود. گام نیز به‌طور پیش‌فرض عدد ۱ در نظر گرفته‌شده است.



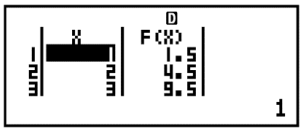
شکل ۱۲ گام جدول

[۱۰] درواقع ماتریس پاسخ همانند حافظه Ans عمل می‌کند و آخرین مقدار جواب را در خود ذخیره می‌کند.

[۱۱] منبع شماره‌ی ۱.

با زدن مساوی وارد صفحه‌ی جدول خواهید شد. در شکل ۱۳ جدول نمونه مربوط به تابع $f(x) = x^2 + \frac{1}{2}$ را مشاهده می کنید.

تذکر: نقطه‌ی ابتدایی، انتهایی و گام جدول باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که تعداد ردیف‌های جدول بیشتر از ۳۰ نشود.



شکل ۱۳ نمونه‌ای از یک جدول کامل شده

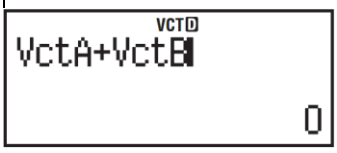
محاسبات بردار (VECTOR)

این بخش بسیار شبیه به قسمت ماتریس‌ها (MATRIX) است. از طریق مسیر MODE 8 (VECTOR) می‌توانید به قسمت بردارها وارد شوید. ماشین‌حساب توانایی ذخیره‌سازی سه بردار VctA,VctB,VctC را دارد. یکی را انتخاب کنید (برای مثال VctA). در صفحه‌ی بعد شما باید انتخاب کنید که بردار سه‌بعدی است یا دوبعدی (برای مثال سه‌بعدی). حال باید سه مؤلفه‌ی بردار را وارد کنید. پس از واردکردن تمامی مؤلفه‌ها کلید AC را فشار دهید، حالا به مسیر SHIFT 5 (VECTOR) بروید.

جدول ۷ توضیحات مربوط به محاسبات برداری

گزینه	توضیحات
1:Dim	می‌توانید یک بردار جدید تعریف کنید و یا ابعاد بردارهای از قبل تعیین‌شده را تغییر دهید.
2:Data	می‌توانید مؤلفه‌های واردشده به بردار تعریف‌شده را مشاهده و ویرایش کنید.
3:VctA	بردار A را روی صفحه، نمایش می‌دهد.*
4:VctB	بردار B را روی صفحه، نمایش می‌دهد.*
5:VctC	بردار C را روی صفحه، نمایش می‌دهد.*
6:VctAns	بردار پاسخ را روی صفحه، نمایش می‌دهد.[۱۲]
7:Dot	دستور "·" را روی صفحه، نمایش می‌دهد که ضرب نقطه‌ای دو بردار را امکان‌پذیر می کند.[۱۳]

*برای انجام عملیات روی بردارهای تعریف‌شده باید بردار از طریق سه گزینه‌ی ستاره‌دار بالا روی صفحه ظاهر شود و سپس روی آن‌ها عملیات انجام شود. همانند شکل۱۴.



شکل ۱۴ نمونه‌ای از محاسبات برداری

ثوابت علمی (CONST)

این ماشین‌حساب ۴۰ ثابت علمی پرکاربرد را در خود ذخیره دارد.مسیر SHIFT 7 (CONST) شما را به این ثوابت می‌رساند. در صفحه ثوابت همانند شکل۱۵ باید عددی بین ۱ تا ۴۰ را وارد کنید و دکمه مساوی را بزنید تا روی صفحه، نمایش داده شود (برای مشاهده مقدار عددی ثابت یک‌بار دیگر کلید مساوی را بفشارید).

شکل ۱۵ صفحه ثوابت علمی

[۱۲] درواقع بردار پاسخ همانند حافظه Ans عمل می‌کند و آخرین مقدار جواب را در خود ذخیره می‌کند.

[۱۳] علامت × هم به‌عنوان ضرب خارجی عمل می‌کند.

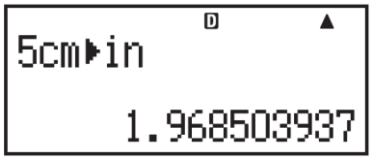
نماد و شماره‌ی این ثوابت پشت پوشش لاکی ماشین‌حساب چسبانده شده است.

01: (mp) proton mass	02: (mn) neutron mass
03: (me) electron mass	04: (mμ) muon mass
05: (a_0) Bohr radius	06: (h) Planck constant
07: (μN) nuclear magneton	08: (μB) Bohr magneton
09: ($\hbar$) Planck constant, rationalized	10: (α) fine-structure constant
11: (re) classical electron radius	12: (λc) Compton wavelength
13: (γp) proton gyromagnetic ratio	14: (λcp) proton Compton wavelength
15: (λcn) neutron Compton wavelength	16: (R_∞) Rydberg constant
17: (u) atomic mass constant	18: (μp) proton magnetic moment
19: (μe) electron magnetic moment	20: (μn) neutron magnetic moment
21: ($\mu\mu$) muon magnetic moment	22: (F) Faraday constant
23: (e) elementary charge	24: (NA) Avogadro constant
25: (k) Boltzmann constant	26: (Vm) molar volume of ideal gas
27: (R) molar gas constant	28: (C_0) speed of light in vacuum
29: (C_1) first radiation constant	30: (C_2) second radiation constant
31: (σ) Stefan-Boltzmann constant	32: (ε_0) electric constant
33: (μ_0) magnetic constant	34: (ϕ_0) magnetic flux quantum
35: (g) standard acceleration of gravity	36: (G_0) conductance quantum
37: (Z_0) characteristic impedance of vacuum	38: (t) Celsius temperature
39: (G) Newtonian constant of gravitation	40: (atm) standard atmosphere

شکل ۱۶ ثوابت علمی

تبدیل‌های متریک (CONV)

این ماشین‌حساب می‌تواند اعداد را به واحدهای مختلف تبدیل کند برای این عملکرد می‌توانید از مسیر SHIFT 8 (CONV) اقدام کنید. در صفحه‌ی تبدیل‌های متریک باید یک عدد بین ۱ تا ۴۰ وارد کنید. فهرست تبدیل‌ها پشت پوشش لاکی ماشین‌حساب چسبانده شده است. برای مثال به شکل ۱۷ توجه کنید.



شکل ۱۷ نمونه‌ای از تبدیل‌های متریک

Fx-82MS

همان‌طور که معلوم است، امکانات این مدل از مدل قبلی بسیار کمتر است.

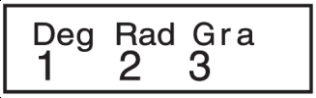
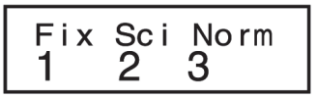
این ماشین‌حساب فقط دارای وضعیت‌های زیر است:

جدول ۸ توضیحات مربوط به وضعیت‌های محاسباتی این ماشین‌حساب

وضعیت‌ها (مسیر دسترسی)	توضیحات
MODE 1 (COMP)	محاسبات عمومی
MODE 2 (SD)	محاسبات انحراف معیار (انحراف استاندارد)
MODE 3 (REG)	محاسبات رگرسیون

فشردن چندباره‌ی کلید MODE صفحات بعدی تنظیمات را نمایش می‌دهد:

جدول ۹ توضیحات مربوط به صفحه‌های تنظیمات

صفحه‌ی تنظیمات (فشردن کلید MODE)	توضیحات
	تنظیم واحد اندازه‌گیری زوایا
	تنظیمات مربوط به نحوه‌ی نمایش جواب (نماد علمی، ارقام بامعنی و ...).
	تنظیمات مربوط به صفحه‌نمایش (نحوه‌ی نمایش کسرها، شکل ممیز [نقطه یا کاما] و کنتراست صفحه)

محاسبات آماری انحراف معیار (SD)

این بخش را می‌توانیم همان قسمت تک متغیره در ماشین‌حساب fx-991ES PLUS در وضعیت آماری در نظر بگیریم.

شیوه‌ی واردکردن اعداد به این صورت است که: عدد را وارد کرده و دکمه M+ را می‌فشاریم، حال صفحه‌ای باز می‌شود که در آن تعداد داده‌های ورودی به‌صورت $n = 1$ نمایش داده می‌شود. حال می‌توانید داده‌ی بعدی را وارد کنید.

نکته: اگر داده‌ای چند بار تکرار شده است می‌توانید از مسیر (;) , SHIFT علامت ";" را وارد کنید و حال تعداد تکرار را به ماشین‌حساب بدهید و دکمه M+ را بزنید. (مثلاً عدد ۱۵ سه بار تکرار شده 15;3)

حال از مسیر (S-SUM) 1 SHIFT و (S-VAR) 2 SHIFT می‌توانید به گزینه‌های مجموع و واریانس و ... برسید. (همانند ماشین‌حساب fx-991ES PLUS)

محاسبات رگرسیون (REG)

این بخش را می‌توانیم همان قسمت دومتغیره در ماشین‌حساب fx-991ES PLUS در وضعیت آماری در نظر بگیریم. که با وارد شدن به این قسمت ۶ گزینه (Lin, Log, Exp, ...) را مشاهده می‌کنید که شباهت زیادی به ماشین‌حساب دیگر دارد.

برای واردکردن دو متغیر باید اولی را وارد کنید سپس دکمه , را فشار داده آنگاه متغیر دوم را وارد کنید و سپس دکمه M+ را بفشارید.

نکته: برای واردکردن تکرار هنوز هم همان روش بالا کارآمد است (15,15;3).

سخن پایانی

استادی داشتم که همیشه به من می‌گفت:«ماشین‌حسابت از مسواک هم شخصی‌تر است!»

چند نکته درباره‌ی استفاده از ماشین‌حساب:

- همیشه قبل از شروع بکار با ماشین‌حساب، حافظه‌ی آن را چک کنید که خالی باشد و یا آن چیزی که موردنیازتان است در آن باشد.
- قبل از شروع بکار همیشه واحد اندازه‌گیری زاویه را در آن چک کنید.
- اگر محاسبات واقعاً مهمی دارید به حافظه‌ی ماشین‌حساب اکتفا نکنید و حتماً نتایج را درجایی یادداشت کنید.
- سعی کنید از دکمه ON بجای دکمه AC استفاده نکنید.

و در آخر: باید از ماشین‌حسابتان کار بکشید، باید با آن عجین شوید و آن‌قدر تمرین کنید تا در مواقع حساس به مشکل برنخورید.

منابع و مآخذ

۱. Fx-991ES PLUS User's Guide
http://support.casio.com/en/manual/manualfile.php?cid=004009082
۲. Fx-82MS User's Guide
۳. http://support.casio.com/manualfile.php?rgn=5&cid=004001013
٤. فیزیک عملی، ج.ل اسکوایرز، ترجمه محمدعلی شاهزمانیان، محمدحسن فیض، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول ۱۳۷۰
۵. دستور کار آزمایشگاه فیزیک پایه ۱، نیما تقوی نیا، داود عباس زاده، جزوه درسی آزمایشگاه فیزیک پایه ۱ دانشگاه صنعتی شریف. http://physics.sharif.edu/~genphyslabs1/001.htm